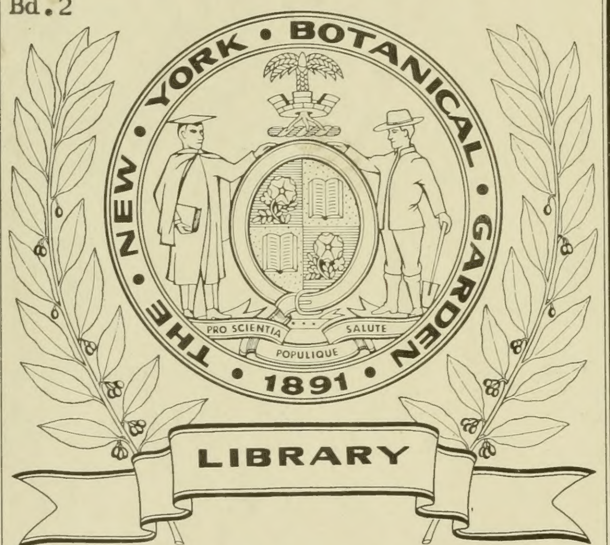

THE NEW YORK • BOTANICAL • GARDEN
• 1891 •
PRO SCIENTIA
POPULIQUE
SALUTE
LIBRARY

Handbuch
der
Pflanzenkrankheiten

von

Prof. Dr. Paul Sorauer.

Dritte, vollständig neubearbeitete Auflage

in Gemeinschaft mit

Prof. Dr. G. Lindau, und **Dr. L. Reh,**
Privatdozent an der Universität Berlin — Assistent am Naturhistor. Museum in Hamburg

herausgegeben

von

Prof. Dr. P. Sorauer,
Berlin.



BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1908.

Handbuch

der

Pflanzenkrankheiten

von

Prof. Dr. Paul Sorauer.

Zweiter Band.

Die pflanzlichen Parasiten.

Bearbeitet

von

Prof. Dr. G. Lindau,

Privatdozent an der Universität Berlin.



Mit 62 Textabbildungen.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1908.

Altenburg, S.-A.,
Piererscho Hofbuchdruckerei
Stephan Geibel & Co.

Vorwort des Verfassers.

Von Jahr zu Jahr nimmt die Erkenntnis zu, dafs die durch Parasiten verursachten Pflanzenkrankheiten dem Volkswohlstande einen ungeheuren Schaden zufügen, und dafs deshalb ihr Studium, ihre Bekämpfung und Verhütung nicht mehr der Gegenstand der rein wissenschaftlichen Forschung sein können, sondern dafs es vielmehr notwendig ist, die weitesten Kreise über die Natur der Schädigungen und der Schädlinge aufzuklären. Deshalb erscheint die Zusammenfassung unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete von Zeit zu Zeit um so notwendiger, weil sich dadurch am ehesten übersehen läfst, an welchen Punkten sich noch Lücken in unserem Wissen zeigen, und wie sie am besten im Vergleiche zu bereits bekannten Tatsachen auszufüllen sind. Die gewaltigen Fortschritte, die in den letzten Jahrzehnten auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten gemacht worden sind, haben daher die Neuherausgabe des vor 21 Jahren zum letzten Male erschienenen „Handbuches der Pflanzenkrankheiten" als notwendig und nützlich erscheinen lassen. Wenn mir von dem Herausgeber, Herrn Professor Dr. P. Sorauer, der ehrenvolle Auftrag zuteil wurde, den Band über pflanzliche Parasiten umzuarbeiten und dem Standpunkt unserer heutigen Anschauungen anzupassen, so war ich mir von vornherein bewufst, dafs meine Arbeit nach vielen Seiten hin nicht als vollkommen zu bezeichnen sein würde. Der Vorwurf, dafs ich allzusehr den wissenschaftlichen Teil der Mykologie und zu wenig die praktischen Erfahrungen des Versuchsfeldes berücksichtigen würde, ist mir bereits gemacht worden und erklärt sich zum Teil aus der ganzen Richtung meiner bisherigen wissenschaftlichen Tätigkeit, die eben mehr die Entwicklungsgeschichte selbst als die praktischen Folgerungen daraus zum Gegenstand gehabt hat. Ob deshalb die gewählte Darstellungsweise für die Weiterentwicklung unserer Disziplin eine Anregung geben wird, darüber mag die Zukunft entscheiden.

Viel schwerwiegender erscheint mir selbst aber die nicht ganz gleichmäfsige Behandlung des Stoffes. Naturgemäfs läfst sich der Umfang eines Werkes, das eine Zusammenfassung der ungeheuren Zahl der in den letzten Jahrzehnten erschienenen Arbeiten geben soll, nicht im voraus genau berechnen, und es war deshalb notwendig,

gerade bei den letzten Kapiteln eine Komprimierung des Stoffes eintreten zu lassen, da der geplante Umfang schon bei weitem überschritten war. Wenn deshalb die wichtigen Kapitel über Ascomyceten und Fungi imperfecti eine äufserste Beschränkung in der Darstellung erfahren mufsten, so waren diese Verhältnisse dafür mafsgebend. Ich habe trotzdem versucht, möglichste Vollständigkeit zu wahren, und ich glaube, dafs mir dies auch innerhalb der gesteckten Grenzen gelungen sein dürfte, aber vielfach konnte es nur auf Kosten der genaueren Schilderung des Krankheitsbildes in rein pathologischer und anatomischer Beziehung erfolgen. Zwar werden die angezogenen Literaturvermerke über diese Lücken teilweise hinweghelfen können, aber unleugbar bleibt dieser Mangel bestehen; will man eben alles aufnehmen, was zur vollständigen Charakterisierung einer Krankheit notwendig ist, so würden die parasitären Schäden allein ein mehrbändiges Handbuch füllen. Aus dem angegebenen Grunde mufste auch eine möglichste Beschränkung der Figuren eintreten, ganz abgesehen davon, dafs die meisten Abbildungen in Arbeiten über Pflanzenkrankheiten für eine Wiedergabe in einem Handbuch wegen ihrer Unzulänglichkeit sich als nicht geeignet erweisen.

Trotz dieser Mängel glaube ich aber doch, nicht blofs den speziellen Forschern auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten, sondern auch den Männern des praktischen Berufes durch meine Arbeit eine Erleichterung für ihre Studien und einen Fingerzeig für fernere Forschungen gegeben zu haben. Und derjenige, der's besser macht, werfe den ersten Stein auf mich!

Grofs-Lichterfelde, im Februar 1908.

G. Lindau.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Verbesserung einiger Druckfehler.

Seite 245 in der Figurenerklärung setze statt Sphaceloma ampelinum: Gloeosporium ampelophagum.
Seite 254, 453, 454, 456 ersetze Sporidesmium durch Sporodesmium.
Seite 364 auf der 8. Zeile von unten lies statt pallidis: pallidus.
Seite 401 auf der 14. Zeile von unten lies statt M: D.
Seite 426 auf der 24. Zeile von oben lies statt elastica: elasticae.

Lieferung 2. (Zweiter Band, Bog. 1—6.) Preis: 3 Mark.

Handbuch

der

Pflanzenkrankheiten

von

Prof. Dr. Paul Sorauer.

Dritte, vollständig neubearbeitete Auflage

in Gemeinschaft mit

Prof. Dr. G. Lindau,
Privatdozent an der Universität Berlin

und

Dr. L. Reh,
Assistent am Naturhistor. Museum in Hamburg

herausgegeben

von

Prof. Dr. P. Sorauer,
Berlin.



Mit zahlreichen Textabbildungen.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1905.

Erscheint in 16—18 Lieferungen à 3 Mark.

Prospekt.

Die soeben beginnende dritte Auflage des Handbuchs der Pflanzenkrankheiten weicht insofern wesentlich von der zweiten seit Jahren bereits vergriffenen ab, als nicht mehr der Herausgeber allein die Bearbeitung übernommen, sondern in Gemeinschaft mit zwei Spezialforschern durchgeführt hat. Der Grund für diese Anordnung lag in dem Bestreben, das seit dem Erscheinen der zweiten Auflage in ungeahnter Weise angewachsene Material in kurzer Zeit zu bewältigen, um nicht den ersten Teil schon veraltet zu sehen, wenn der letzte erscheint. Ferner war dabei der Wunsch mafsgebend, die Arbeit so sorgsam wie möglich zu gestalten, und dies liefs sich eben dadurch am besten durchführen, dafs jeder Bearbeiter nur das Gebiet darstellt, auf dem er speziell auch forschend tätig gewesen ist. Dementsprechend ist die Gliederung des Werkes schärfer als in der zweiten Auflage dadurch zum Ausdruck gekommen, dafs **Dr. Reh** die tierischen Feinde, **Prof. Lindau** die pflanzlichen Parasiten und **Prof. Sorauer** diejenigen Krankheitserscheinungen behandelt, die durch Witterungseinflüsse, Lage und Beschaffenheit des Bodens sowie durch die Eingriffe hervorgerufen werden, die der Mensch mit seinen Kulturbestrebungen ausübt.

Wie man daraus ersieht, ist die frühere Anordnung des Stoffes nach den Krankheitsursachen gegenüber anderweitig geäufserten Wünschen einer Anordnung nach den Nährpflanzen beibehalten worden. Der Herausgeber verkennt nicht die Vorteile der letzteren Methode, aber er hält dieselbe nur dort für angebracht, wo es sich um den rein praktischen Zweck handelt, dem Leser das Bestimmen einer Krankheitserscheinung und die Auffindung der Bekämpfungsmittel zu erleichtern. Auf das Wesen der Krankheiten, auf ihre Ursachen und ihren inneren Zusammenhang, ihre organische Vereinigung zu Verwandtschaftsgruppen, kurz auf die wissenschaftliche Basis der Phytopathologie könnte bei dieser Methode nicht eingegangen werden, oder es müfsten sich fast bei jeder Nährpflanze die begründenden Erklärungen wiederholen.

Das Sorauersche Werk legt aber den Hauptnachdruck auf die wissenschaftliche Begründung und die Darstellung des organischen Zusammenhanges der zur Erkrankung führenden Lebensvorgänge, also des eigentlichen Wesens der Krankheit. Nur dadurch ist es möglich, den Leser zu befähigen, aus der Empirie herauszutreten und zu einer rationellen Beurteilung der einzelnen Krankheitsfälle zu gelangen.

Von dieser Anschauung ausgehend, sind sämtliche Bearbeiter bestrebt gewesen, bei der Darstellung der einzelnen Krankheitsfälle auf die teils in der Witterung, teils in der Bodenbeschaffenheit oder Bewirtschaftungsweise, teils in der Konstitution der Nährpflanze selbst liegenden Nebenumstände, die für das Zustandekommen einer Krankheit notwendig sind, hinzuweisen und zu betonen, dafs in der Bekämpfung oder Vermeidung derartiger begünstigender Faktoren der Weg liegt, einer Erkrankung, auch einer parasitären, Herr zu werden.

Mit dieser Betonung der Prädisposition stand bei Erscheinen der ersten Auflage des Handbuchs der Herausgeber allein; jetzt wird dieser Standpunkt von vielen der bedeutendsten Forscher geteilt. Damit hat sich aber auch eine Umwertung der krankeitserzeugenden Faktoren vollzogen. Es wird jetzt bei den parasitären Krankheiten die Darstellung der Entwicklungsgeschichte des Parasiten und seine Angriffsform nicht mehr die Hauptsache bilden, sondern diese wird in dem Nachweis zu suchen sein, dafs der Parasit nur unter ganz bestimmten Umständen seinen Nährorganismus zu erfassen und zu zerstören imstande ist. Dadurch unterscheidet sich das Sorauersche Werk von anderen, vorzugsweise nur die parasitären Krankheiten behandelnden Werken.

Geleitet von dieser Idee hat die dritte Auflage des Handbuchs dieser Darstellung der Einflüsse, welche Bodenbeschaffenheit, Lage, Witterung und Kultur-

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.)

Erster Abschnitt.

Parasitische Pilze.

Das Hauptkontingent aller Pflanzenschädlinge aus dem Gewächsreich stellen die Pilze, die sich äufserlich vor allen übrigen Klassen durch den Mangel an Chlorophyll und die dadurch bedingte Ernährung aus bereits vorgebildeten organischen Stoffen scharf auszeichnen. Wenn sich aber auch durch diese physiologischen Merkmale ein fest umschriebener Charakter aller Vertreter ergibt, so lehrt doch die Entwicklungsgeschichte, dafs wir drei grofse Zweige des Pilzreiches unterscheiden müssen, die untereinander keinerlei verwandtliche Beziehungen besitzen und deshalb phylogenetisch drei nicht auf gemeinsame Wurzeln zurückgehende Äste darstellen. Es kann hier nicht der Ort sein, ausführlich zu begründen, weshalb wir einen verschiedenen Ursprung der Myxomyceten, Schizomyceten und Eumyceten anzunehmen gezwungen sind; es mag genügen, auf die ganz verschiedenen Eigenschaften im folgenden hinzuweisen.

Die *Myxomyceten* oder *Schleimpilze* stellen die niedrigststehenden Pflanzen dar, die sogar von vielen Autoren direkt dem Protistenreich zugerechnet worden sind. Ihr Hauptmerkmal gegenüber den übrigen Abteilungen beruht auf dem Besitz eines Plasmodiums im vegetativen Zustande. Die Differenzierung der einzelnen Zellen ist also noch nicht durchgebildet, sondern erfolgt erst bei der Fruktifikation. Auch die Art der Bewegung des Plasmodiums, das auf dem Substrat hinkriecht, um sich seine Nahrung zu suchen, ist so durchaus verschieden von dem Verhalten der übrigen Pilze, dafs die Unterscheidung von ihnen nicht schwer fällt.

Gerade entgegengesetzt verhalten sich die *Schizomyceten* oder *Spaltpilze*. Bei ihnen ist jede Zelle während ihres ganzen Lebens getrennt von der andern; Fadenverbände kommen bei einigen Abteilungen überhaupt nicht im Sinne der sogleich zu besprechenden Eumyceten vor, bei den fadenbildenden Familien dagegen in ganz andrer Weise als bei diesen. Der Mangel an Kernen stellt sie in eine Stufe mit den *Phycochromaceen* (Blaualgen), mit denen sie als *Schizophyceen* oder *Spaltpflanzen* zusammengefafst werden. Ob sie in irgendeinem Zusammenhang mit den Fadenpilzen stehen, erscheint höchst zweifelhaft und konnte noch nicht sicher erwiesen werden.

Die dritte und bei weitem gröfste Abteilung sind die *Eumyceten* oder *Fadenpilze*, die alles das in sich vereinigen, was man gewöhnlich mit dem Namen „*Pilze*" zu bezeichnen pflegt. Ihr Hauptmerkmal besteht in dem Besitz von Fäden (Hyphen) mit Spitzenwachstum, was die Fadenspaltpilze niemals haben. Dafs dabei die

Entwicklung der Fruktifikationsorgane ganz anders verläuft wie bei den übrigen Klassen, kann hier nicht weiter ausgeführt werden, da sich die näheren Angaben darüber bei den einzelnen Abteilungen finden.

Diese kurzen Andeutungen über das Verhältnis der drei Pilzklassen zueinander werden in den ausführlicheren Einleitungen, welche diesen Klassen vorangehen, ihre Ergänzung und Erweiterung finden. Man erwarte aber keinesfalls eine ausführliche Darstellung des gesamten Pilzreiches, da nur diejenigen Gruppen, der Tendenz des Werkes gemäfs, Berücksichtigung finden können, welche pflanzenfeindlich auftreten; alle übrigen sind nur dann zur Betrachtung herangezogen, wenn es zum Verständnis unbedingt notwendig erschien.

Erstes Kapitel.

Myxomycetes (Schleimpilze).

Die Myxomyceten oder Schleimpilze stehen weder zu den Schizomyceten noch zu den Eumyceten in irgendwelchem verwandtlichen Verhältnis. Der Mangel an Chlorophyll und das dadurch bedingte physiologische Verhalten haben allein den Anlafs gegeben, diese Pflanzen mit den eigentlichen Pilzen in nähere Beziehungen zu bringen. Die Myxomyceten bilden daher einen völlig isolierten Zweig des Pflanzenreiches, der sich nach oben hin nicht weiter fortgebildet hat, nach unten hin aber deutlich auf Protozoen hinweist, die gewisse Anklänge in ihrer Entwicklung zeigen. Ob nun der hypothetische Anschlufs an das Tierreich bei den Rhizopoden, bei den Spongien oder Flagellaten zu suchen ist, wird sich kaum feststellen lassen; um aber die tierische Natur der Schleimpilze zu betonen, wurde auch der Name „Mycetozoen“ für sie in Anwendung gebracht[1]).

Die Sporen der Myxomyceten unterscheiden sich von denen der echten Pilze nicht. Sie besitzen meistens nur geringe Gröfse, sind von kugliger Gestalt und haben eine dünne, meist dunkel gefärbte, glatte oder mit Stacheln, Höckern oder Leisten versehene Membran. Sobald sie in Wasser gelangen, reifst die Membran auf, und der Inhalt tritt als amöbenartiger Schwärmer heraus. Der Protoplasmakörper, der äufserlich ganz den tierischen Amöben gleicht, ist membranlos und wird von einem hellen Schleimsaum umgeben. Im Innern befinden sich ein oder zwei pulsierende Vakuolen; am Rande werden bald hier, bald dort kleine spitze Fortsätze oder Arme (Pseudopodien) herausgestreckt und wieder eingezogen. Meistens nimmt der Schwärmer zuerst längliche Gestalt an und zeigt an seinem Vorderende eine lange, wellig schwingende Geifsel oder Cilie. Die Fortbewegung der Schwärmer geht teils hüpfend unter Benutzung der Cilie, im Wasser vor sich, teils kriechend auf festem Substrat, indem die Pseudopodien abwechselnd vorgestülpt und wieder eingezogen werden. Nach Abwerfung der Geifsel findet nur noch amöboide Fortbewegung statt. Die Schwärmer vermehren sich durch Zweiteilung und vereinigen sich dann zu gröfseren Plasmamassen, den Plasmodien, die sich kriechend auf der Unter-

[1]) De Bary, Die Mycetozoen in Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, X. 1859. — Derselbe, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien. Leipzig 1884.

lage bewegen und immer mehr einzelne Schwärmer in sich hineinziehen. Die Plasmodien bestehen aus zähem, schleimigen Plasma von höchst verschiedener Gröfse und Färbung. Während bei manchen Arten die Plasmodien mikroskopisch klein sind, bilden sie bei andern (z. B. ***Fuligo***) Überzüge, die fufsgrofs werden können. Die meisten Plasmodien sind farblos und daher wenig in die Augen fallend; andere sind rot, gelb, schwarzblau oder violettbraun gefärbt. Unter dem Mikroskop erscheint das Plasma trübe; es enthält die zahlreichen Kerne der ursprünglichen Schwärmer, die sich weiter teilen, und besitzt aufserdem noch zahlreiche Körnchen, die aus kohlensaurem Kalk bestehen, und amorphe Farbstoffkörnchen.

Wenn die Ernährung und Vergröfserung der Plasmodien eine Zeitlang vor sich gegangen ist, so schicken sie sich zur Sporenbildung an. Je nachdem die Sporen in Sporangien sich ausbilden oder auf der Aufsenseite von Trägern oder Säulchen entstehen, unterscheidet Rostafinski endospore und exospore Myxomyceten. Die erstere Gruppe, zu der weitaus die gröfste Masse der Formen gehört, besitzt kuglige, blasenförmige oder schlauchförmige, der Unterlage bisweilen angedrückte oder zierlich gestielte, entweder einzeln oder gruppenweise auftretende Sporangien, die mit einer aus der ursprünglichen weichen Plasmahülle sich herausdifferenzierenden, mehr oder weniger dicken Wandung (Peridie) versehen sind. Der von dieser Wandung eingeschlossene Inhalt zerfällt in die eigentliche Sporenmasse und einer sie tragenden, aus röhrigen Elementen bestehenden, oft baumartig verästelten Gerüstmasse, dem Capillitium oder Haargeflecht, das häufig vom Grunde des Sporangiums aufsteigt oder sich an eine Mittelsäule (Columella) anlehnt. Bei dieser Sonderung der Plasmodienteile werden bei den kalkführenden Arten die so reichlichen Körnchen von kohlensaurem Kalk aus dem Plasma abgeschieden und wandern entweder nach der Wandung, der sie ein- oder aufgelagert werden, oder ballen sich ebenso wie die Farbstoffmassen oft zu dichten, mit einer Membran sich umkleidenden Klumpen zusammen, die als Pigment- und Kalkblasen später im Innern des reifen Sporangiums wiederzufinden sind. Alle die genannten Teile des Sporangiums entstehen nur aus dem ursprünglich überall gleich aussehenden Plasma der Plasmodien, das erst, wenn das Sporangium äufserlich fertig ist, sich zu differenzieren beginnt. Zuerst scheidet sich eine strukturlose äufsere Hülle aus, welche teils als Unterlage dem Nährboden aufliegt (Hypothallus), teils auch den weiteren Teil des Plasmas umschliefst. Das letztere sondert darauf die Fremdstoffe, wie Farbstoffe und Kalk, aus und ist dann ganz gleichmäfsig feinkörnig mit vielen Zellkernen. Die Kerne teilen sich noch, bis endlich simultan das ganze Plasma in die Sporen zerfällt, die sich abrunden und mit festen Membranen umgeben. Gleichzeitig erstarren auch die oben bereits genannten übrigen Teile, wie Capillitium, Columella usw.

Das Capillitium dient der Ausstreuung der Sporen, weshalb seine Fäden stark hygroskopisch sind. Bisweilen zeigen sie, wie die Elateren der Lebermoose, spiralige oder ringförmige Verdickungen, die beim Wechsel des Feuchtigkeitsgehaltes eine Bewegung der Fäden und damit ein Aufrühren der Sporen veranlassen.

Wenn die Verhältnisse günstig sind, so keimen aus den Sporen schon nach kurzer Zeit die Schwärmer aus, und der soeben geschilderte Entwicklungsgang spielt sich von neuem ab: treten aber ungünstige Verhältnisse ein, so wird der Organismus gezwungen, in vorübergehende

Ruhezustände einzutreten. Das kann auf verschiedene Weise geschehen. Bei großer Trockenheit z. B. können sich die einzelnen Schwärmer, wie bei einzelnen Arten beobachtet worden ist, zu sporenähnlichen, bloſs mit einer Hülle oder selbst mit einer Membran versehenen Kugeln (Cysten) zusammenziehen und in diesem Zustande das Austrocknen vollständig ertragen. Wenn die Schwärmer schon zu jungen Plasmodien zusammengeflossen sind und dann Störungen eintreten, wie Wasser- und Nährstoffmangel oder zu niedrige Temperatur, so bilden sich resistentere Ruhezustände in Form dicker, doppelwandiger, gebräunter Kugeln (Makrocysten), die auch bei Wiedereintritt günstigerer Wachstumsbedingungen wochenlang ruhend beobachtet worden sind, ehe wieder ein Plasmodium daraus hervorbrach. Die Ruhezustände der erwachsenen Plasmodien heiſsen Sklerotien. Ein solches Sklerotium stellt bald eine siebartige Platte, bald, wie bei dem später erwähnten *Fuligo* (Aethalium), ein unregelmäſsig höckeriges Knöllchen von einigen Millimetern Ausdehnung dar, in dessen Innerem das Plasma in eine Masse sehr kleiner Zellen mit scharfer Randschicht oder mit Cellulosereaktion zeigenden Membranen zerfällt. In Wasser gebracht, bilden die Sklerotien wieder ein empfindliches Plasmodium.

Die Plasmodien der Myxomyceten zeigen der Auſsenwelt gegenüber eine auſserordentliche Empfindlichkeit; schon gegen kleine Differenzen reagieren sie ungemein schnell und kräftig. So ist von E. Stahl[1]) nachgewiesen worden, daſs die jungen Plasmodien schon durch einseitige Berührung mit Wasserdampf oder tropfbar flüssigem Wasser in ihren Bewegungsrichtungen beeinfluſst werden, und zwar zeigen sie positiven Hydrotropismus, d. h. eine Bewegung nach dem feuchteren Orte hin, während die zur Fruchtbildung fertigen, ausgewachsenen Plasmodien einen negativen Hydrotropismus besitzen. Ebenso kann man bei ihnen von einem Trophotropismus reden, da Stahl beobachtet hat, daſs sie wasserentziehende und ähnlich schädliche Substanzen fliehen und ernährende Substanzen aufsuchen. So flieht *Fuligo septica* einen Kochsalzkristall, umfaſst aber ein nährendes Stück Lohe. Bestimmter als die Nährsubstanz wirkt oft das Licht auf die Wanderungsrichtung der Plasmodien, da dieselben gern den Schatten aufsuchen, vorausgesetzt, daſs genügende Sauerstoffzufuhr vorhanden ist. Örtlichkeiten gröſserer Sauerstoffzufuhr werden bevorzugt. Ganz besonders einfluſsreich ist aber die Wärme. Durch das typische Aufsuchen der wärmeren Regionen des Substrates erklärt es sich, daſs die Lohblüte im Herbst abwärts wandert und endlich als Sklerotium in Winterruhe tritt. Wenn im Frühjahr dann im Lohhaufen sich von oben her eine Erwärmung einstellt, so kommen die mobilisierten Plasmodien wieder in die Höhe. Ebenso erklärt sich aus dem positiven Hydrotropismus das plötzliche Erscheinen der Lohblüte an der Oberfläche des Bodens nach einem Regen.

Hierbei wirkt auch der von B. Jönsson[2]) beschriebene Rheotropismus mit; dieser äuſsert sich in der Form, daſs das Plasmodium von *Fuligo septica* dem Wasserstrom entgegen nach dem Wasserquell hinwandert. Dagegen ist es dem negativen Hydrotropismus zuzuschreiben, wenn man denselben Pilz an den Stämmen und groſsen Blättern der Warmhauspflanzen oder an hölzernen Pflanzenetiketten aufwärts wandern sieht, um

[1]) Zur Biologie der Myxomyceten in Botan. Zeit. 1884, Nr. 10—12.

[2]) Der richtende Einfluſs strömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzenteile in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., I, 1883, S. 512.

von dem feuchten Lohbeete möglichst entfernt zum Fruchtkörper zu erstarren. Vielleicht besitzen auch die parasitären, sofort zu besprechenden Arten der Myxomyceten dieselbe Reizbarkeit den erwähnten Einflüssen gegenüber, wodurch für ihre Verbreitung die Ursache gegeben sein könnte.

Die Myxomyceten werden in drei Klassen eingeteilt. Die erste Klassen, die *Acrasiales*, bildet keine Schwärmer aus, sondern nur amöboide Körper, die zu einem Plasmodium zusammenkriechen, aber nicht miteinander verschmelzen. Die Sporen werden in ballenartigen Haufen ohne Hülle gebildet. Da alle hierhergehörigen Formen harmlose Saprophyten sind, interessieren sie uns weiter nicht. Die zweite Klasse, *Plasmodiophorales*, enthält gefährliche Parasiten und wird uns nachher eingehender beschäftigen. Während die ersten beiden Klassen nur wenige Arten umfassen, enthält die dritte Klasse, die *Myxogasteres* oder eigentliche Myxomyceten, sehr viele und äufserst verschieden gestaltete Formen. Je nachdem die Sporen an Trägern oder Säulchen auf kleinen Stielchen frei gebildet werden oder im Innern von Sporangien entstehen, unterscheidet man die Ectosporeae mit nur einer Gattung *Ceratiomyxa* und die Endosporeae mit zahlreichen Familien. Die Schwärmer verschmelzen so vollständig zum Plasmodium, dafs ihre Existenz nur noch durch den bleibenden Zellkern angedeutet wird. Auch in dieser grofsen Klasse gibt es nur Saprophyten. Gelegentlich können einige Arten lästig werden und einigen Schaden anstiften. So kriecht *Fuligo septica* (*Aethalium septicum*, Lohblüte) häufig in Stecklingskästen, namentlich wenn Lohe zur Ausfüllung benutzt wird, auf die jungen Stecklinge, um zur Fruktifikation zu schreiten. Es wurde beobachtet, dafs dadurch junge Stecklinge von *Azalea indica* ganz erstickten, während solche von *Camellia japonica* bleichlaubig wurden. Auch die Pflanzenetiketten können durch die hinaufkriechenden Plasmodien des Pilzes verunreinigt werden. Andere Arten kommen bisweilen ebenfalls in gröfserer Menge in Gewächshäusern vor und bilden ihre Sporangien mit den schwarzvioletten kugligen Sporen auf den Pflanzen aus, wodurch häufig die Blätter der Belichtung entzogen und die Pflanzen in ihrer Assimilation behindert werden, so z. B. *Stemonitis fusca* (Fig. 1), *Leocarpus* u. a. Indessen ist der angerichtete Schaden nicht erheblich, da die Pflanzen lediglich durch die stäubenden Sporen verunreinigt, sonst aber nicht weiter in ihrem Wachstum behindert werden.

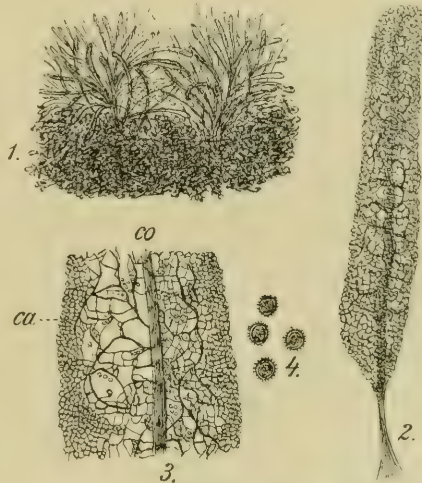


Fig. 1. *Stemonitis fusca* Roth.
1 Fruchtkörper in nat. Gr. *2* Ein reifer Fruchtkörper, 5:1. *3* Ein Stück eines reifen Fruchtkörpers. *ca* Capillitium, *co* Columella, 20:1. *4* Sporen, stark vergr. Nach SCHROETER.

Anders dagegen verhält es sich mit den folgenden Pilzen, die erhöhte Beachtung verdienen und deshalb in einem besonderen Abschnitt behandelt werden sollen.

1. Plasmodiophora Brassicae als Ursache der Kohlhernie.

Der schädlichste Myxomycet, der namentlich unsern Kohlarten gefährlich werden kann, ist unzweifelhaft die von M. Woronin zuerst genauer untersuchte und benannte *Plasmodiophora Brassicae* Wor.

In allen Kohl bauenden Ländern sind Anschwellungen der Wurzeln und der Stengelbasis an den Kohlarten bekannt: sie treten in Gärten, in denen reichlich animalischer Dünger zur Verwendung kommt, manchmal in so hohem Grade auf, dafs die Ernte ernstlich gefährdet und beeinträchtigt wird. Im geringsten Falle schaden sie den Pflanzen dadurch, dafs das Nährmaterial, welches von den Wurzeln aufgenommen wird, zur Ausbildung der bis zur Faustgröfse sich entwickelnden, nutzlosen Geschwülste Verwendung findet und somit den nutzbringenden Teilen verloren geht. Dadurch entwickeln sich natürlich die Pflanzen schwächer. In extremen Fällen wird gleichzeitig das Allgemeinbefinden der Pflanzen derartig gestört, dafs unter teilweiser Fäulnis des Wurzelkörpers die Kohlpflanze ein kümmerliches Dasein fristet und unter schnellem, häufigem Welken einen schwachen Blattapparat produziert, ohne überhaupt verwendbare Ernteprodukte zu liefern.

Bei manchen Kulturen findet man vorzugsweise gröfsere, kugelige, nicht zahlreiche, immer weifs und fest bleibende Auswüchse an der Stengelbasis oder der Hauptwurzel in der Nähe des Wurzelhalses. In andern Fällen herrschen die kleineren, zahlreichen, nicht selten spindelförmigen, leicht braun werdenden und zur Fäulnis geneigten Anschwellungen der feineren Endigungen der Hauptwurzel und auch der Nebenwurzeln vor (Fig. 2, *1*). Vielfach sind beide Formen gemeinschaftlich an derselben Pflanze kenntlich.

Nicht alle Anschwellungen an Kohlpflanzen lassen sich auf Plasmodiophora als Ursache zurückführen, sondern manche von diesen Geschwülsten müssen als Gallenbildungen aufgefafst werden, die durch den Angriff von Insekten zur Ausbildung kommen. Makroskopisch läfst sich von aufsen nicht mit Sicherheit feststellen, welche Ursache die Geschwulst erzeugt hat; nur im allgemeinen läfst sich aussprechen, dafs die grofsen, fest bleibenden, sparsameren, der Hauptachse aufsitzenden, schliefslich zusammenschrumpfenden und nicht faulenden Auswüchse, namentlich die in der Nähe des Wurzelhalses, Gallen sind, welche durch die Larve des Kohlgallen-Rüsselkäfers (*Ceutorhynchus sulcicollis*) hervorgerufen werden. Nach J. Kühn soll auch noch ein anderer Rüsselkäfer (*Baris lepidii*) derartige Gallen erzeugen. Man vergleiche über diese sowie andere Kohlschädlinge die Ausführungen im dritten Bande.

Daneben ist nun noch ein Fall bekannt geworden, in dem ganz ähnliche Geschwulstbildungen an gesunden Pflanzen erblich auftraten, sich also durch Samen fortpflanzen liefsen[1]). Von John Reitenbach wurde in Plicken bei Gumbinnen eine Wrucke (*Brassica Napus*) beobachtet, die eine Menge kleiner Knöllchen von Senfkorn- bis Walnufsgröfse am untern Teil der länglich-eiförmigen Hauptwurzel besafs, von denen mehrere Laubsprossen sich entwickelten. Von Pilz, Insekt oder äufserer Beschädigung fand Caspary trotz sorgfältiger anatomischer Untersuchung keine Spur. Von den losgetrennten Knöllchen mit Sprossen kam eines zur Entwicklung des Blütenstengels und zur Samen-

[1]) Caspary in Schriften der physik.-ökon. Ges. zu Königsberg, 1873.

produktion. Sämtliche 38 Pflanzen, die aus dem Samen hervorgegangen waren, zeigten ohne Ausnahme knollige Bildungen an den Haupt- und stärkeren Nebenwurzeln; bei 22 Pflanzen besafsen einzelne Knöllchen auch Laubsprossen. Diese Bildungen blieben auch in einer folgenden Generation konstant und erwiesen sich bei mikroskopischer Untersuchung als vollkommen gesund[1]).

Sehen wir von den genannten Fällen ab, so wird es weitaus am häufigsten die Plasmodiophora sein, welche die Anschwellungen an den Kohlwurzeln erzeugt. Lange bevor durch M. Woronin die Ursache der Geschwulstbildung aufgedeckt wurde, war die Krankheit in den verschiedensten Ländern den Gärtnern und Kohlbauern bekannt. Über ihre Geschichte wissen wir wenig. Augenscheinlich ist sie in Schottland 1780 zum ersten Male auffällig geworden, hat aber bis 1820 nur geringen Schaden verursacht. Später trat sie dann fast in allen Ländern verheerend auf, so dafs Woronin den Schaden, den sie im Jahre 1876 allein bei Petersburg anrichtete, auf etwa 1 Mill. Mk. bezifferte. Diese allgemeine Verbreitung in Europa, Amerika und Australien sowie das auffällige Krankheitsbild gaben Veranlassung, dafs die Krankheit fast in allen Kultursprachen besondere Namen erhalten hat: ein gewifs nicht häufiger Fall. In Rufsland heifst sie Kapustnaja Kila, wovon unser deutscher Name Kohlhernie nur eine Übersetzung ist. In Belgien heifst sie Vingerziekte, in Frankreich Maladie digitoire, Gros-Pieds, Hernie du chou, in Grofsbritannien Ambury, Anbury, Hanbury, Botch und Finger-and-toes auf Rüben in demselben Lande Grub, in den Vereinigten Staaten Clubbing, Club-foot, Club-root, Clump-foot.

Die Krankheit ist bei den verschiedensten Arten der Gattung *Brassica* bekannt; es leiden sowohl *B. oleracea*, wie z. B. Kopfkohl, Blumenkohl, Braunkohl, Wirsing, Kohlrabi, als auch alle Rübensorten, die von *B. Napus* und *Rapa* stammen. Aufserdem aber wurden die gleichen Geschwülste auch auf einer ganzen Reihe von wilden Cruciferen beobachtet, so z. B. auf *Matthiola incana* (Gartenlevkoje), *Iberis umbellata*, *Sinapis arvensis*, *Nasturtium palustre* und *silvestre*, *Raphanus Raphanistrum*. B. Halsted[2]) hat eine Liste von Cruciferen aufgestellt, bei der die zuerst genannten Arten am meisten befallen werden, während bei den übrigen die Infektionsfähigkeit allmählich abnimmt. Es sind dies: *Brassica Sinapistrum*, *Sinapis alba*, *Thlaspi arvense*, *Arabis laevigata*, *Erysimum cheiranthoides*, *Lepidium campestre*, *Capsella bursa pastoris*, *Lepidium virginicum*, *Brassica nigra*, *Camelina sativa*, *Iberis umbellata*, *Alyssum maritimum*, *A. alyssoides*, *Raphanus sativus*, *Hesperis matronalis*, *Matthiola annua* und nach P. Sorauer's Beobachtung auch *Cheiranthus Cheiri*.

Die erkrankten Pflanzen bieten folgendes Bild. Die Form der Auswüchse und Geschwülste wurde bereits oben beschrieben. Die Farbe der herniösen Teile ist dieselbe wie bei gesunden Wurzeln; im Durchschnitt erscheinen sie schneeweifs und derbfleischig und ohne Höhlung; mit zunehmendem Alter werden sie runzlig, welk und mürbe, dunkler und faulig. Nicht selten, namentlich bei feuchter Witterung, bilden

---

[1]) Caspary, Über erbliche Knollen- und Laubsprossenbildungen an den Wurzeln von Wrucken in Pringsh. Jahrb. XII, S. 1.

[2]) Report of the Bot. Dep. of the New Jersey Agric. Coll. Exp. Stat. for 1896. Trenton 1897.

die Geschwülste zuletzt eine breiige. stinkende Masse, wobei das Wurzelparenchym auseinanderfällt und nur die Gefäfsbündel als faserige Stränge noch einige Zeit erhalten bleiben. Die Fäulnis beginnt meist vom untern Teile der Hauptwurzel aus, während der obere Teil gleichzeitig noch neue frische Wurzeln entwickelt; doch erkranken auch diese bald unter Bildung kleiner Anschwellungen. Schliefslich findet man Pflanzen, welche nur noch mit neuen, aus dem Wurzelhalse oder dem Strunke an oder selbst über der Erdoberfläche entspringenden gesunden Wurzeln im Boden festsitzen, während der ganze ursprüngliche Wurzelapparat bereits verfault ist. Diese Pflanzen welken bei etwas intensiverem Sonnenschein sehr bald, und man erkennt dann an diesem schnellen Welken, auf welches bei Nacht wieder ein Straffwerden der Blätter folgt, die hochgradige Wurzelerkrankung.

Die gröfste Störung erleiden natürlich die Pflanzen, wenn sie in noch jugendlichem Alter von der Hernie ergriffen werden; doch sind alte Pflanzen auch nicht geschützt. Selbst im Herbste, wenn die Kohlköpfe schon von ihren Strünken abgeschnitten sind, können die letzteren noch befallen werden.

Die Entwicklungsgeschichte unseres Pilzes ist zuerst von M. Woronin[1]) studiert worden. Später gab dann S. Nawaschin[2]) Ergänzungen dazu, indem er namentlich die cytologischen Fragen bearbeitete. Nach diesen beiden Hauptarbeiten soll im nachfolgenden der Entwicklungsgang des Pilzes dargestellt werden.

Das Leben des Schmarotzers zerfällt in zwei Phasen, die des vegetativen und die des sporenbildenden Zustandes. Die ersten Andeutungen des Pilzes treten in einzelnen Zellen der erkrankenden Wurzel auf. Sie übertreffen die Nebenzellen gewöhnlich an Gröfse und erweisen sich mit einer undurchsichtigen, farblosen, feinkörnigen, plasmatischen Substanz dicht erfüllt im Gegensatz zu den gesunden Zellen, welche nur einen Wandbelag und einzelne Stränge von Plasma zeigen (Fig. 2, *2*). Durch geeignete Färbemittel läfst sich nachweisen, dafs in den erkrankten Zellen viele Amöben im Plasma lagern. Sie sind von unregelmäfsiger Gestalt, besitzen einen Kern und mehrere Öltröpfchen. Da die Nährzelle schnell an Gröfse zunimmt, so vermehren sich die Amöben sehr ergiebig und liegen zuletzt dicht gedrängt (Fig. 2, *3*, *4*). Der Nachweis, dafs sie zu einem gemeinsamen Plasmodium verschmelzen, läfst sich mit Sicherheit nicht führen; wohl aber läfst sich ein Schlufs auf eine gewisse physiologische Einheit aller Amöben einer Zelle daraus ziehen, dafs sich die Kerne immer im gleichen Teilungsstadium befinden. Solange nur wenige Amöben vorhanden sind, bestreben sie sich, eine ungefähr kuglige Gestalt anzunehmen. In diesem Zustande vermögen sie auch ihre Gestalt zu verändern, indem sie stumpfe Ausstülpungen nach aufsen treiben. Da aber diese Vorstülpungen nur wenig Ähnlichkeit mit den Pseudopodien anderer Amöben besitzen, so vermutet Nawaschin in ihnen nur den Beginn der Abtrennung von jungen Amöben. Bei sehr jungen Amöben

---

[1]) *Plasmodiophora Brassicae* Wor. Über die Kohlpflanzenhernie in Pringsh. Jahrb. XI, 1878, p. 548

[2]) Beobachtungen über den feineren Bau und Umwandlungen von *Plasmodiophora Brassicae* Wor. im Laufe ihres intracellularen Lebens in Flora LXXXVI, 1899, S. 404. Vgl. ferner A. C. Eycleshymer, Club-root in the United States in Journ. of Mycology VII, 1894, S. 79, und S. Prowazek, Zur Kernteilung der *Plasmodiophora Brassicae* Wor. in Öster. Bot. Zeitschr. LII, 1902, S. 213.

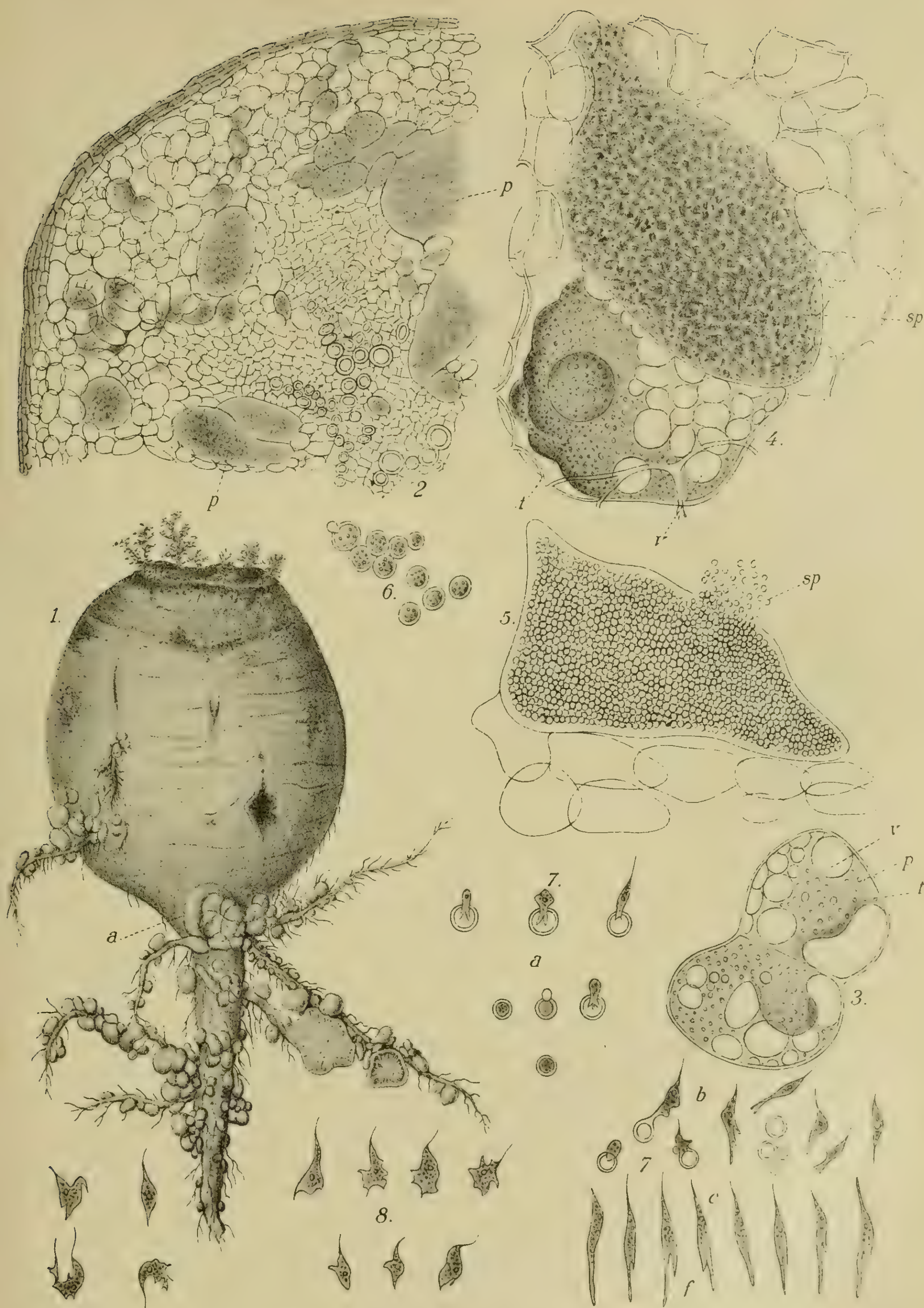


Fig. 2. Kohlhernie.

1 Turnips *(Brassica Rapa)* mit herniösen Anschwellungen, nat. Gr. *2* Querschnitt einer erkrankten Kohlwurzel, *p* vergröfserte Parenchymzellen mit Plasmodien. *3* Zwei isolierte, mit dem Plasmodium ausgefüllte Zellen, *v* Vakuolen, *t* Öltröpfchen, *p* Plasmodiophora. *4* Untere Zelle mit unreifem, obere mit reifendem Plasmodium, das bereits festere Kerne hat *sp*. *5* Parenchymzellen mit reifen Sporen *sp*. *6* Reife, isolierte Sporen des Pilzes. *7 a* Keimende Sporen, die Myxamöbe schlüpft allmählich aus, *b* freischwimmende Myxamöben, *c* Myxamöben mit Fufs *f*. *8* Ältere (etwa sechs Tage alte) Myxamöben in der gewöhnlichen fliefsenden Bewegung und Gestalt mit pulsierender Vakuole. (*1* Original, *2* bis *8* nach Woronin.)

liefsen sich zahlreiche feine Fortsätze nachweisen, die nach allen Richtungen in das Plasma der Nährpflanze eindringen. Dadurch wird die Unterscheidung beider aufserordentlich erschwert. Der Kern der Amöben besitzt eine deutliche Kernmembran und ein Chromatingerüst in Gestalt eines aufserordentlich zarten Netzes. Die Amöben vermehren sich durch Teilung, wobei die Kerne sich ebenfalls vorher teilen. Nach NAWASCHIN's Untersuchungen ist die Wanderung der Amöben von einer Zelle der Nährpflanze in die benachbarte ausgeschlossen, weil stets die erkrankte Zelle sich von gesunden umgeben zeigte, wie auf Quer- und Längsschnitten sich leicht nachweisen liefs. Da also eine Wanderung während des sekundären Wachstums der Wurzeln nicht stattfindet, so kann die Bildung der Krankheitsherde nur in den jüngsten Stadien der Entwicklung des primären Gewebes der Wurzel vor sich gehen. Es finden also ebenso viele Einzelinfektionen von aufsen statt, wie Krankheitsherde vorhanden sind. Die Ausbreitung eines Herdes von einer Zelle aus erfolgt nur durch die Teilung der zuerst infizierten und erkrankten Zelle. Wie allerdings die Primärinfektion der jungen Wurzel erfolgt, wurde bisher noch nicht gesehen; hier zeigt der sonst so gut bekannte Entwicklungsgang noch eine empfindliche Lücke.

Wenn sich der Parasit nun zur Sporenbildung anschickt, so erfolgt zuerst eine merkliche Zusammenziehung der zahlreichen erwachsenen Amöben, die dadurch fast kuglige Gestalt annehmen. Diese Amöben liegen wie vorher in den Vakuolen der Wirtszelle und werden von sehr dünnen Häutchen des Wirtsprotoplasmas überzogen. Die Plasmahäutchen gehen unmittelbar in die Plasmastränge über. NAWASCHIN vermutet nun, dafs erst in diesem Stadium eine Verschmelzung zu Plasmodien stattfindet, indem die zwischen den Amöben befindlichen Plasmahäute durchbrochen oder resorbiert werden. In den sich abrundenden Amöben war der Nucleolus auffallend kleiner geworden gegenüber dem in den rein vegetativen Amöben; im Plasmodium dagegen verschwindet der Nucleolus ganz, und das im Kern undeutlich sichtbare Chromatingerüst tritt in Form von zahlreichen winzigen Körnchen auf, die zu unregelmäfsig gewundenen Fäden perlschnurartig verbunden zu sein scheinen. Inzwischen füllt das Plasmodium fast die ganze Nährzelle aus; nur der wandständige Plasmabelag ist noch vorhanden: die Stärkekörner liegen mitten im Plasmodium. Zwischen den reichlich sich bildenden Vakuolen verteilen sich nun die Kerne, deren Volumen zunimmt, und deren Chromatinsubstanz wieder undeutlicher wird. Dagegen wird das Plasma gleichzeitig körnchenreicher, und die Körnchen erweisen sich als Chromatinsubstanz. Zuletzt tritt ein Stadium ein, in dem das ganze Plasma gleichsam aus unzähligen feinsten Fibrillen, die aus Körnchen zusammengesetzt sind, besteht und die Kerne nur noch ganz undeutlich sich abheben. Nun erfolgt simultan die Teilung der Kerne, wahrscheinlich mehrere Male. Während aber bei den vegetativen Amöben die Kerne sich nach einem abgekürzten Verfahren, das stark an direkte Kernteilung erinnert, teilen, erfolgt hier eine typische mitotische Teilung. NAWASCHIN spricht deshalb von einem Dimorphismus der Kerne im vegetativen und sporulativen Zustande. Nachdem so unzählige Kerne entstanden sind, die zwischen den ebenso zahlreichen Vakuolen liegen, beginnt die Trennung in einzelne Partien, die zu Sporen werden (Fig. 2, 5). Jede Spore besitzt einen Kern, rundet sich dann allmählich ab und umgibt sich

mit einer Membran. Anfangs ist am Kern das Chromatingerüst noch deutlich erkennbar; zuletzt zieht es sich kaum erkennbar zusammen. Die fertige Sporenmasse ist völlig nackt, wird also nicht, wie bei den eigentlichen Myxomyceten, von einem Peridium umgeben.

Die reifen Sporenmassen bleiben vorläufig noch von der Zellmembran der Nährzelle umhüllt, bis diese durch irgendwelche Einflüsse zerstört wird und die Sporen frei werden. Meist verjauchen die Membranen unter dem Einflufs von Bakterien.

Die Sporen sind 1,6 μ grofs und besitzen eine völlig glatte, zarte, hyaline Membran und feinkörnigen, farblosen Inhalt (Fig. 2, *6*); ihre Keimung erfolgt durch Hervorbrechen ihres tierähnlich beweglichen, dem Gehäuse entschlüpfenden, frei wandernden, membranlosen Keimkörpers, der Myxamöbe. Die aus der Spore eben ausgekrochene und in Wasser sich frei bewegende Myxamöbe besitzt einen etwas verlängerten spindelförmigen Körper, der an seinem schnabelförmig fein zugespitzten vordern Ende mit einer ziemlich langen, peitschenförmigen Wimper versehen ist und in seinem Innern immer eine langsam pulsierende Vakuole und einige kleine Körnchen erkennen läfst (Fig. 2, *7*). Die Bewegungserscheinungen der Myxamöbe sind sehr charakteristisch. Es richtet sich die nebst dem sie tragenden Schnabel aufserordentlich bewegliche Wimper zunächst stets nach vorn, wenn sie die gewöhnlichen, fliefsenden Bewegungen unternimmt, wobei sie den vielfachen Gestaltenwechsel anderer Myxamöben zeigt. Aufserdem, und zwar meist vor Eintritt dieser allen Myxamöben zukommenden Bewegung, zeigt sich bei Plasmodiophora eine annähernd schreitende oder rudernd kriechende Fortbewegung; sie kommt dadurch zustande, dafs das untere oder hintere Körperende eine feine, fadenförmige Ausstülpung herausstreckt, mittels welcher sich die Myxamöbe einem beliebigen, unter Wasser befindlichen Gegenstand fest ansetzt. Alsdann wird dieser Fortsatz wieder eingezogen und sofort ein anderer ausgestülpt, der sich in einiger Entfernung von dem ersten ansetzt (Fig. 2, *8*).

Wie weit diese Bewegungsarten bei der Infektion der Nährpflanze zustatten kommen, wissen wir nicht, da die Infektion selbst noch nicht beobachtet wurde. Dafs sie stattfindet, zeigen Woronin's und späterer Beobachter Versuche. Wurden die Nährpflänzchen in pilzhaltigem Wasser kultiviert, so entstanden zwar keine Geschwülste, wohl aber liefsen sich in Wurzelhaaren und Epidermiszellen Plasmodien nachweisen. Wenn dagegen die Kohlsamen in fette Mistbeeterde gesät wurden, der reichlichst hernienkranke Wurzelstücke beigemengt worden waren, und die mit ebenso infiziertem Wasser begossen wurde, so zeigten die jungen Pflänzchen kleine, aber charakteristisch ausgebildete Wurzelanschwellungen. Kontrollpflanzen, die in sterilem Boden mit sterilem Wasser begossen wurden, zeigten im Gegensatz dazu keine Spur von Geschwülsten.

Aus diesen Versuchen geht mit völliger Sicherheit hervor, wie die Infektion im freien Lande erfolgt, und wie am ehesten ein Schutz vor der Krankheit zu erlangen ist. Eine Ansteckung kann nur erfolgen, wenn erkrankte Teile im Boden verbleiben und so den Infektionsstoff wieder auf die jungen Pflanzen übertragen. Da ein direktes Bekämpfungsmittel des Pilzes nicht gut denkbar ist, so läfst er sich nur dadurch bekämpfen, dafs man die Pflanzen vor der Infektion schützt. Das geschieht am besten dadurch, dafs man alle Teile der alten Pflanzen, namentlich wenn sie die Krankheit zeigten, sorgfältig aus

dem Boden herauszieht und verbrennt. Auf den Komposthaufen dürfen erkrankte Strünke nicht kommen, da selbst nach dreijährigem Lagern des Haufens noch Ansteckung zu fürchten ist[1]). Daraus geht auch hervor, dafs es rätlich ist, nicht in jedem Jahre auf derselben Stelle Kohl zu bauen, sondern einen Fruchtwechsel eintreten zu lassen, der mindestens drei Jahre zu umfassen hat. Für die Praxis dürfte diese Mafsregel die einfachste und sicherste sein, weil das Entfernen der erkrankten Pflanzenteile in den meisten Fällen nicht sorgfältig genug geschehen wird. Daneben natürlich ist Vorsorge zu treffen, dafs nicht bereits in den Anzuchtkästen erkrankte Sämlingspflanzen zur Auspflanzung gelangen.

Es hat sich nun aber als möglich herausgestellt, die etwa im Boden vorhandenen Sporen durch Zusatz von geeigneten Mitteln abzutöten. Man vermengt den Boden meist mit ungelöschtem Kalk, ein Mittel, das nach den meisten Beobachtungen guten Erfolg verspricht. Aufserdem haben aber Pfeiffer und Staes[2]) erfolgreiche Versuche mit Petroleum angestellt. 500 Liter Jauche werden mit einem Liter Petroleum gemischt und von diesem Gemisch 60 Tonnen pro Hektar ausgegossen. Brunchorst[3]) dagegen desinfizierte die Erde mit Schwefelkohlenstoff und erhielt dann nur 2 % kranke Pflanzen, während die nicht desinfizierte Erde 8 % ergab. Daneben wird auch tiefes Rigolen des Bodens bis auf 80 cm vorgeschlagen[4]). Aufserdem ist auch darauf zu achten, ob die auf dem Acker vorkommenden wilden Cruciferen etwa mit der Krankheit behaftet sind. Fassen wir die Verhütungs- und Bekämpfungsmittel noch einmal zusammen, so ergibt sich, dafs tiefes Umpflügen, Fruchtwechsel, Ausrottung von wilden Cruciferen, Düngen mit Kalk und Vernichtung aller erkrankten Pflanzen die sichersten Mittel sind, um die Krankheit von einem Acker vollständig fernzuhalten.

Die Kohlhernienkrankheit hat in neuester Zeit eine gewisse Bedeutung für die allgemeine Pathologie erlangt. Schon Woronin hatte auf die Ähnlichkeit aufmerksam gemacht, die die Kohlgeschwülste mit malignen Geschwülsten (Karzinom, Krebs) beim Menschen haben. Die Krebsforschung hat deshalb auch plasmodiophoraartige Pilze als Ursache des Karzinoms ins Auge gefafst, ohne dafs aber bisher greifbare Erfolge erzielt worden sind.

2. Ungenau bekannte und zweifelhafte, durch Schleimpilze hervorgerufene Krankheiten.

Neben der gut erforschten Kohlhernie hat man noch eine ganze Anzahl von Krankheiten beobachtet, welche durch Myxomyceten erzeugt sein sollen. Sie mögen hier kurz Erwähnung finden.

Seit etwa 1882 zeigte sich in Frankreich eine Erkrankung der Weinstöcke, welche sich schnell ausbreitete und stellenweise argen Schaden anrichtete. Man nennt sie Braunfleckigkeit der Reben (Brunissure), auch Röteln (Rougeole). Zuerst treten auf der Oberseite

---

[1]) Patete in Wiener Illustr. Flora 1896, Nr. 11 (Ztschr. f. Pflanzenkr. VII, 60).
[2]) Ztschr. f. Pflanzenkr. XII, 344.
[3]) Bergens Museum Aarsberetning 1887, S. 217.
[4]) Vgl. Potter in Journ. of the Newcastle Farmers Club 1896; Massee in Rev. myc. 1896, S. 23; Seltensperger in Journ. of the Roy. Agric. Soc. London 1895; Jones in Vermont Agric. Exper. Stat. Burlington Bull. n. 66.

der Blätter zwischen den Nerven unregelmäfsig eckige, hellbraune, scharf umgrenzte Flecken von wenigen Millimetern Gröfse auf. Durch Vergröfserung der Flecken wird schliefslich das ganze Blatt, und zwar am meisten in der Gegend des Blattstielansatzes mit Ausnahme des Saumes und der unmittelbar an die Nerven angrenzenden Regionen, gebräunt. Bei gewissen Rebsorten geht die Färbung in Braunrot und dann in Gelbrot über, so dafs die Stöcke aus der Ferne rostfarben erscheinen. Die Blattunterseite zeigt sich ebenfalls rötlich gefärbt (daher auch die Bezeichnung „Röteln“). Vielfach bleiben auch die Flecken klein und isoliert, trocknen ab und brechen schliefslich aus. Auf den Stengeln, Ranken und Blattstielen treten ebenfalls ausgedehnte braune Flecken auf oder zahlreiche kleine, schwarze Punkte, die später eintrocknen. Auch die Blüten und Früchte leiden und werden zum baldigen Abfall veranlafst. An den Wurzeln beobachtet man ähnliche Flecken, die aber nicht eintrocknen, sondern faulen. Oft wird an den oberirdischen Organen geringe Gummiabsonderung bemerkt.

Die Krankheit dehnte sich schnell über Frankreich aus, wo sie bereits 1889 bei Montpellier schweren Schaden anrichtete. Man kennt die Krankheit jetzt in allen weinbauenden Ländern, auch in Palästina, Bessarabien und Nordamerika. In Deutschland wurde sie zuerst 1893[1]), in Italien 1894 beobachtet.

Die ersten Untersucher der Krankheit waren P. Viala und C. Sauvageau[2]). Nach ihnen hat dann F. Debray[3]) die anatomischen Veränderungen in der Pflanze und den Pilz genauer untersucht. Während die erstgenannten Autoren nur trockenes Material untersuchten, operierte letzterer nur mit frischem und stellte auch Kulturversuche an. Nach Debray finden sich in den Wirtszellen Plasmodien, die dem Wirtsplasma innig beigemengt sind, ferner längliche oder kuglige Plasmodien und kuglige, warzige Cysten. Endlich soll noch ein ceroider Zustand vorkommen. Mit der Anwesenheit des Parasiten wird dann die Gummibildung im Kernholz in Verbindung gebracht. Debray zeigt dann weiter, dafs der Organismus, der von Viala und Sauvageau *Plasmodiophora Vitis*, von ihm *Pseudocommis Vitis* genannt wurde, auch bei andern Pflanzen vorkommt und sich übertragen läfst. So findet er ihn bei vielen Laubbäumen, Coniferen, in den Wurzelknollen der Leguminosen und Erle, ja sogar im Flohkäfer des Weins[4]). Denselben Spuren folgte E. Roze[5]), der ebenfalls die ganz allgemeine Verbreitung in vielen Pflanzen nachweisen wollte (z. B. auch bei der Saffrankrankheit „Tacon“, bei der Kartoffelkrankheit „Frisolée“, in Wasserpflanzen usw.). Schon dieses allgemeine Vorkommen des Parasiten mufste zu Mifstrauen in die Zuverlässigkeit der Beobachtungen berechtigten Anlafs geben. Im Jahre 1899 wies dann J. Behrens[6]) nach, dafs der beobachtete Parasit überhaupt nicht existierte. In

[1]) J. Moritz und W. Busse, Über das Auftreten von *Plasmadiophora Vitis* im deutschen Weinbaugebiete in Zeitschr. f. Pflanzenkr. IV 1894, S. 257.

[2]) La Brunissure et la maladie de Californie, maladies de la vigne causée par les *Plasmadiophora Vitis* et *P. californica.* Montpellier, Paris 1892. (Vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkr. III, 173.)

[3]) Nouvelles observations sur la brunissure in Revue de viticulture 1894 n. 35 u. 38, ferner La maladie de la brunissure in Bull. Soc. Bot. de France 1898, S. 253.

[4]) Debray, Le champignon des altises in Revue de viticulture 1898.

[5]) Comptes rendus. Tom. 125, 1897; Bull. Soc. Myc. de France 1897 u. 1898.

[6]) Die Braunfleckigkeit der Rebenblätter und die *Plasmadiophora Vitis* in Weinbau und Weinhandel 1899 n. 33.

Rebenblättern, die aus sicher bekannten Ursachen erkrankt waren, fanden sich genau ebensolche Plasmakonkretionen, die den Parasiten vortäuschten. Da sich nun die Braunfleckigkeit der Blätter von Reben und andern Pflanzen künstlich erzeugen läfst, so fällt die Pseudocommis als Erreger fort, und die Ursachen sind daher anderswo zu suchen. BEHRENS findet sie in Witterungsverhältnissen, namentlich wenn auf starken Regen starker Taufall mit plötzlichem Sinken der Temperatur folgt. Schon DEBRAY hatte angegeben, dafs die Krankheit durch starke Feuchtigkeit, namentlich Nebel, und durch überreichen Gehalt des Bodens an organischen Stickstoffverbindungen begünstigt werde; es scheint demnach sicher, dafs wir es hier mit einer durch Witterungseinflüsse verursachten Erkrankung und nicht mit einer parasitären Krankheit zu tun haben. Auch G. MASSEE[1]) ist der Meinung, dafs die Brunissure durch plötzliches Sinken der Temperatur entstehe. Man fafst also nach alledem die Braunfleckigkeit am besten als lokale Erkältung auf.

Genau ebenso verhält es sich mit der kalifornischen Rebenkrankheit, die P. VIALA[2]) genauer untersucht hat. Die ersten Anzeichen der Krankheit zeigen sich schon im Anfang des Frühjahrs an den Spitzen der Triebe, und von da aus schreitet sie nach der Wurzel hin fort. Die kranken Reben treiben spät und schwächlich aus; die Triebe sind kurzgliedrig und stark verästelt. Im Herbste zeigen die vertrockneten, manchmal teilweise ausgereiften Reben braune Zonen im Holzkörper; der Stamm ist, wie die Triebe, braun und schwarz gezont. Die geschwärzte Rinde der Wurzel löst sich leicht von dem schwarzen, schwammigen, wasserreichen Holzkörper. Die Krankheit wird durch Stecklinge übertragen. Auf den Blättern entstehen zwischen den Rippen und am Blattsaum gelbliche, unregelmäfsige Flecken, die sich schliefslich rot, rotbraun oder bisweilen schwarzrot färben. Sie sind von einer helleren Zone umgeben und vereinigen sich später oft zu Streifen zwischen den Nerven, deren nächste Umgebung aber grün bleibt. Die buntscheckigen kranken Blätter fallen meist schon im Frühjahr ab; das neu hervorkommende Laub zeigt dieselben Erkrankungserscheinungen. Von den schwarzroten Blattflecken hat die Krankheit den Namen „schwarze Röteln“ (Rougeole noire, Black meales) erhalten.

Die Krankheit trat 1882 bis 1884 in Südkalifornien ziemlich verheerend zum ersten Male auf und breitete sich bis 1887 immer weiter aus, so dafs zwei Jahre später gegen 10000 ha von der Krankheit vernichtet waren. Seitdem ist der Fortschritt weniger besorgniserregend. In andern Ländern wurde die Krankheit noch nicht nachgewiesen; doch hat sich Frankreich durch das Verbot der Einfuhr kalifornischer Reben dagegen geschützt. Nicht blofs auf Kulturreben, sondern auch auf der wilden *Vitis californica* trat die Erkrankung auf; ebenso findet sie sich auch in den verschiedensten Bodenverhältnissen und Lagen.

Im Innern der Zellen entdeckten P. VIALA und C. SAUVAGEAU einen ähnlichen Parasiten wie *Plasmodiophora Vitis*, den sie *P. californica* benennen. Es hat mit diesem Parasiten dieselbe Bewandtnis wie mit dem der Brunissure: wahrscheinlich sind es Boden- und Wettereinflüsse, welche die Erkrankung veranlassen.

---

[1]) The „Spot“ Disease of Orchids in Annals of Botany IX 1895 Sept.
[2]) VIALA und SAUVAGEAU, Anm. 2 auf S. 13.

Einer *Plasmodiophora Orchidis* hatte G. MASSEE[1]) eine Erkrankung der Gewächshausorchideen zugeschrieben, die sich zuerst in kleinen weifslichen Flecken auf den Blättern zeigt. Danach nehmen die Flecken eine bräunliche Färbung an und durchdringen das ganze Blattgewebe, indem sie sich fast schwarz färben. In einer späteren Veröffentlichung weist dann derselbe Autor[2]) nach, dafs sich die Flecken erzeugen lassen, wenn man Orchideenblätter mit Eisstückchen belegte und sie unter einer Glasglocke hielt, über die 12 Stunden lang kaltes Wasser flofs. Die Temperatur unter der Glocke betrug dann 5 bis 7 ° C., und nach 24 Stunden waren die von Eis bedeckt gewesenen Stellen blafs geworden; im Innern war Plasmolyse eingetreten und die für die Erkrankung charakteristische Plasmastruktur entstanden. Das Minimum der zur Hervorbringung der Flecken erforderlichen Temperaturerniedrigung wurde zu 5 ° C. bestimmt, wobei die Pflanzen, die vorher wärmer gehalten waren, sich empfindlicher zeigten als die kälter gehaltenen. Aufserdem bilden feuchtgehaltene Pflanzen leichter Flecken. Auch die von ABBEY[3]) beschriebene *Plasmodiophora Tomati*, die eine ähnliche Fleckenbildung bei den Tomaten hervorruft, entsteht nach MASSEE durch Temperaturerniedrigung.

Die Reihe dieser zweifelhaften Plasmodiophorakrankheiten beschliefst die von N. v. SPESCHNEW[4]) entdeckte *Pseudocommis Theae.* Sie trat in der Gegend von Batum auf den Blättern des Theestrauches auf und zwar hauptsächlich im Frühjahr. Zuerst erscheinen auf den Blättern vereinzelte, kleine, subepidermale Flecke, die sich bald vergröfsern, oft zusammenfliefsen und endlich fast die ganze Blattfläche einnehmen und sie bräunen. Die Oberfläche der Flecken schimmert graubraun. Die Epidermiszellen sind leer; die Palisadenzellen dagegen sind besonders in ihrem obern Teil dicht mit strangartigem Plasmodium erfüllt, das sich später in Klümpchen zusammenzieht. Die Klümpchen teilen sich in glatte, innen granulierte Zellen, die durch den gegenseitigen Druck polygonal werden. Zuletzt liegen diese Zellen in den fast völlig desorganisierten Zellschichten des Blattes über dem Schwammparenchym. Das Blatt selbst wird dann ganz bröcklig und zur Theebereitung unbrauchbar. Wahrscheinlich haben wir es hier auch mit einer Erkältungkrankheit zu tun, die sich in ähnlicher Weise wie die vorhin beschriebenen durch Desorganisation des Plasmas äufsert.

Eine andere hierher gerechnete Krankheitserscheinung ist die Hernie der Wurzeln der Erlen, Elaeagnaceen und Myricaceen. Hier bilden sich an den Wurzeln Anschwellungen, die aus dicken, kurzen, korallenähnlich verzweigten Ästchen bestehen; durch die reichliche Verzweigung werden bis faustgrofse, korallenartige Gebilde erzeugt (Fig. 3, *1*). Die Äste besitzen weder Wurzelhaube noch Wurzelhaare, sondern sind gleichmäfsig von einer Korkhaut überzogen, die auch den an der Spitze liegenden Vegetationspunkt überdeckt. Es unterliegt nun wohl keinem Zweifel, dafs diese Gebilde von einem Pilze hervorgerufen werden; nur schwanken die Ansichten

---

[1]) On an Orchid-disease in Annals Botany IX 1895, S. 170.

[2]) The Spot Disease of Orchids in Annals of Botany IX 1895, S. 421.

[3]) Journ. Hortic. Soc. London 1895.

[4]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. XI 1901, S. 82.

darüber, was es für einer sei. H. Möller[1]) wies zuerst nach, daſs es sich hier um ein Plasmodium handle.

Im jugendlichen Zustande des Schmarotzers sieht man nach Möller's Darstellung dessen Plasma als ein feinkörniges, scharf abgegrenztes Indi-



Fig. 3. Wurzelknöllchen von *Alnus incana*.
1 Mit Knöllchen besetzte Wurzel, nat. Gr. *2* Hyphen in einer Zelle des Knöllchens. 333:1.
(*1* Original, *2* nach Björkenheim.)

viduum im Protoplasma der Wirtszelle eingebettet liegen. Allmählich wird das Pilzplasma gröſser und dichter gekörnt; man sieht wohl auch, daſs es von Zelle zu Zelle wandert, aber man kann keinen wesentlich störenden

[1]) *Plasmodiophora Alni* in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. III, 1885, S. 102.

Einflufs auf das Plasma der Nährzelle, das bis zur völligen Sporenreife des Pilzes lebendig bleibt, wahrnehmen. Bei Beginn der Sporenbildung sammelt sich das dichtkörnig gewordene Pilzplasma an einzelnen Punkten der Nährzelle, wodurch eine netzförmige Zeichnung entsteht; es ballt sich darauf klumpig; die Klumpen runden sich ab und werden endlich zu zahlreichen, in ihrer Gröfse sehr wechselnden Sporen, die in einer zähen, farblosen Zwischensubstanz eingebettet liegen.

Möller glaubt nun, dafs die früher als Pilz mit fädigem Mycel beschriebene *Schinzia Alni* identisch sei mit gewissen Entwicklungsphasen seiner *Plasmodiophora*, während Woronin[1]) geneigt ist, die *Schinzia* als einen zweiten, neben dem Schleimpilze vorkommenden Parasiten zu betrachten. J. Brunchorst[2]) hat den Pilz ebenfalls untersucht. Er sieht die Ursache der Auswüchse in einem Fadenpilz, den er von *Schinzia* abtrennt und als *Frankia subtilis* bezeichnet[3]). Man hat das Verhältnis zwischen Pilz und Wurzel zuerst als Parasitismus aufgefafst, später indessen, namentlich unter B. Frank's Einflufs, fafste man es als Symbiose auf.

Die neueste Arbeit von C. G. Björkenheim[4]) kommt zu dem Resultat, dafs der Pilz ein Fadenpilz sei, der zuerst normale dicke Hyphen bildet, die aber beim Durchwachsen des Wurzelgewebes bis auf 0,5 μ Dicke zurückgehen und dann dicke Bläschen bilden, die früher für Sporen gehalten wurden (Fig. 3, *2*). Die systematische Stellung dieses Pilzes ist noch unklar; doch kann er nicht zu den Myxomyceten gehören. Gleichviel welche von den erwähnten Anschauungen sich bewahrheiten wird, so übt das Resultat keinen Einflufs auf etwaige Mafsnahmen zur Heilung der Erlenhernie. Bei dem allgemeinen Vorkommen der Auswüchse in den verschiedensten Lagen und Bodenarten und der Ungefährlichkeit derselben wird ein Bedürfnis zur Heilung kaum jemals eintreten. Jedenfalls liegt keine Veranlassung vor, dafs wir uns hier näher mit der Krankheit beschäftigen.

Von einem mit Plasmodiophora verwandten Parasiten soll nach J. W. Toumey[5]) die Kronengalle (Crown-Gall) erzeugt werden. Toumey stellte seine Untersuchungen mit den auf Mandelwurzeln vorkommenden Gallen an und fand in 1½ bis 2 Millimeter grofsen Gallen ein Plasmodium, das im amöboiden und cystenbildenden Zustand beobachtet wurde. Auch Ruhezustände in Form von dunklen Körpern fanden sich. Die Plasmodien sollen von Zelle zu Zelle durch die Poren wandern. Der sporenbildende Parasit besitzt eine Peridie, in der sich neben den Sporen auch ein fragmentarisches Capillitium aus knotigen Fäden findet. Die Sporen sind 1½ bis 3 μ grofs, orangegelb, glatt, mit dickem Epispor. Die Keimung wurde verfolgt und gelungene Infektionsversuche angestellt. Toumey nennt seinen Pilz *Dendrophagus globosus* und ist geneigt, ihn bei den Trichiaceen unterzubringen. Die Krankheit wird leicht übertragen, weshalb Vernichtung der kranken Bäume angezeigt ist. Als Bekämpfungsmittel helfen Kupfer und besser Kalk.

---

[1]) Bemerkung zu dem Aufsatze von Herrn H. Möller über Plasmodiophora Alni in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges III 1885, S. 177.

[2]) Bergens Museums Aarsberetning 1886, S. 235.

[3]) Nebenbei sei noch bemerkt, dafs Debray hier auch seine Pseudocommis fand.

[4]) Beiträge zur Kenntnis des Pilzes in den Wurzelanschwellungen von Alnus incana in Zeitschr f. Pflanzenkr. XIV 1904, S. 129.

[5]) An inquiry into the Cause and Nature of Crown-Gall in Univ. Arizona Agric. Exp. Stat. Bull. Nr. 33. Washington 1900.

Es bleibt abzuwarten, ob sich diese Untersuchungen bestätigen lassen. Vorderhand tut man gut, sich dagegen abwartend zu verhalten.

Nahe verwandt mit Plasmodiophora ist ein Pilz, den GOEBEL[1]) beobachtet hat. Derselbe untersuchte eine Knollenbildung an *Ruppia rostellata*. Die anfangs weifslichen, im Herbst bräunlich sich färbenden Knollen, welche an Stämmen, Blättern und Blütenstielen beobachtet wurden, zeigen eine braune Zentralpartie, deren Zellen mit zahlreichen, farblosen, glatten, immer zu vier beieinanderliegenden Sporen erfüllt sind. Auf diese Lagerung der Sporen deutet der Name des Parasiten: *Tetramyxa parasitica*. Die Sporen entstehen aus einem farblosen Plasmodium, das in den Zellen vegetiert. Sporenkeimung wurde nicht beobachtet. Der Parasit scheint selten zu sein, da er noch nicht wieder gefunden wurde.

Ein ähnlicher Organismus ist *Sorosphaera Veronicae* Schroeter, der an den Stengeln und Blattstielen von Veronica-Arten federkieldicke Auftreibungen und Verkrümmungen verursacht. In den vergröfserten Parenchymzellen befinden sich mehrere Sporenballen. Jeder Ballen wird von einer dünnen Membran umhüllt und enthält peripher einschichtig nebeneinander gelagerte, ellipsoidisch-keilförmige Sporen, die in der Mitte des Ballens zwischen sich einen Hohlraum lassen.

Zum Schlufs sei noch kurz einiger Pilze gedacht, die wohl besser zu den Monadineen gestellt werden. So erzeugt nach MILIARAKIS[2]) *Tylogonus Agaves* Mil. Gallen an den Blättern von *Agave americana* in Griechenland. In den Kartoffeln hat E. ROZE eine ganze Anzahl dieser einfachen amöbenartigen Schmarotzer gefunden. So vegetieren in Kartoffelstärkekörnern *Amylotrogus*[3]) *lichenoides*, *vittiformis*, *filiformis*, *discoideus* und *ramulosus*, im Schleim von Mikrokokken an Kartoffeln *Vilmorinella*[4]) *Micrococcorum*, endlich in Zellen der Kartoffeln *Xanthochroa*[5]) *Solani*. Endlich sei noch darauf hingewiesen, dafs an Zellen von Süfswasseralgen sich bisweilen *Vampyrella*-Arten finden. Sie bilden kapselartige Behälter (Cysten), deren reifer, orangegelber bis ziegelroter Inhalt in Form von beweglichen, nackten Protoplasmakörpern austritt. Diese Schwärmer bilden durch Kopulation kleine Plasmodien, welche entweder die ganze Nährpflanze (Diatomee, Desmidiee) umfliefsen und bis auf die Membranreste verdauen oder sich an Zellen gröfserer Algen (Spirogyra) anlegen, um, nachdem sie dieselben durchbohrt und ihren Inhalt eingesogen haben, wieder in den Cystenzustand überzugehen[6]).

Zweites Kapitel.

Schizomycetes (Spaltpilze).

Für die Lehre von den Pflanzenkrankheiten besitzen vorläufig die Schizomyceten bei weitem nicht die grofse Bedeutung, die sie in neuerer Zeit für die menschlichen und tierischen Krankheiten erlangt haben.

---

[1]) Flora 1884, S. 517.

[2]) MILIARAKIS in Tylogonus, ein Beitrag usw. Athen 1880. (Cfr. Saccardo Syllog. XIV, 840.)

[3]) Bull. Soc. Bot. de France 1896, S. 424 und Bull. Soc. Myc. de France 1897, S. 76.

[4]) Bull. Soc. Myc. de France 1897, S. 89.

[5]) Bull. Soc. Myc. de France 1897, S. 154

[6]) J. KLEIN, Über Vampyrella in Botan. Zeit. 1882 Nr. 12, 13.

Obgleich die Zahl der Erkrankungen der Pflanzen, die durch Bakterien verursacht sein sollen, nicht gering ist, so mufs doch zugegeben werden, dafs es bisher nur in wenigen Fällen gelungen ist, die Spezifizität einer solchen Erkrankung zu erweisen. A. FISCHER[1]) leugnet überhaupt das Vorhandensein solcher Erkrankungen, und hält sie nur für Fäulniserscheinungen, die bestimmte Symptome zeigen. W. MIGULA[2]) dagegen will wenigstens für gewisse Krankheiten die Bakterien als Erreger gelten lassen. Welche von beiden Ansichten die richtige ist, läfst sich nur von Fall zu Fall entscheiden. Für FISCHER ist das Kriterium, ob wir es mit einer Bakterienerkrankung zu tun haben, der Umstand, dafs die Bakterien in die unverletzte Pflanze eindringen. Diese Forderung geht wohl doch etwas zu weit, denn es gibt gewifs Erkrankungen, bei denen der Eintritt der Bakterien in die Gewebe durch die Spaltöffnungen erfolgt, nachdem irgendwelche äufseren prädisponierenden Einflüsse (z. B. Nässe) vorangegangen sind. Unter solchen Umständen kann man sehr wohl von einer typischen Erkrankung unter dem Angriff der Bakterien sprechen, namentlich wenn ihre Symptome scharf umschrieben und konstant sind. In diesem Sinne sollen im nachfolgenden die von Bakterien herrührenden Krankheiten behandelt werden, wobei gleich bemerkt sein möge, dafs wir infolge der unvollkommenen Kenntnis der meisten dieser Schädigungen nur in den wenigsten Fällen imstande sind, die primären Ursachen näher und eindeutig zu erkennen.

Je nach der Art des Zerfalles der Pflanzengewebe unterscheidet man Rotze oder Nafsfäulen, bisweilen auch Trockenfäulen genannt, und Schorfe. Indessen läfst sich eine Trennung von Trocken- und Nafsfäulen nicht durchführen, weil sehr häufig die Trockenfäulen durch das zufällige Hinzukommen eines celluloselösenden Bakteriums in Nafsfäulen umgewandelt werden und umgekehrt die Nafsfäulen schliefslich eintrocknen und typische Trockenfäulen vortäuschen. Am einfachsten vermeidet man diese Schwierigkeiten, wenn man nur von Bakterienfäulen oder Bakteriosen spricht, wobei man sich ja gegebenenfalls immer noch der Ausdrücke „Rotz“ oder „Schorf“ bedienen kann.

Bevor wir uns der Besprechung der einzelnen Krankheiten zuwenden, soll in grofsen Zügen das Notwendigste über die Morphologie und Physiologie der Schizomyceten gesagt werden, soweit es für unsere Zwecke in Betracht kommt.

Die Schizomyceten stellen eine ziemlich isoliert stehende Pflanzenklasse dar, die noch am meisten zu den Phycochromaceen oder Schizophyceen unter den Algen Beziehungen hat. A. MEYER hat zwar versucht, die Bakterien als unterstes Glied der Ascomycetenreihe bei den echten Pilzen zu erweisen, aber wohl kaum mit Recht. Auch zu den Chlamydomonadinen und Flagellaten sollen verwandtschaftliche Beziehungen bestehen, die sich aber ebenfalls nicht näher verfolgen lassen. Jedenfalls befinden wir uns völlig im Recht, wenn wir die Bakterien als dritte, gleichwertige Abteilung den Myxomyceten und Eumyceten gegenüberstellen.

Die Bakterien sind einzellige Pflanzen; auch die sogenannten Fadenbakterien zeigen sich nur aus ganz gleichwertigen Zellen zusammengesetzt. Wenn wir aber von diesen letzteren, die uns hier

---

1) Vorlesungen über Bakterien. 2. Aufl. 1903, S. 274 ff.

2) System der Bakterien I, S. 311 ff.

nichts angehen, ganz absehen, so treten uns bei den übrigen Formen hauptsächlich drei Grundtypen von Zellen entgegen: Kugeln, Stäbchen und Schrauben, zwischen denen sich mannigfache Übergänge finden. Die Gröfse der Zellen wechselt aufserordentlich; bei einigen Arten beträgt die Länge über 10 μ, bei andern dagegen ist der Durchmesser geringer als 1 μ. Die Formen, mit denen wir es hier zu tun haben, werden kaum bis 10 μ lang, sondern halten sich meist in den Mafsen von 2 bis 5 μ. Die Form der erwachsenen Zellen bleibt für jede Art konstant; es kann also nicht ohne weiteres ein *Bacillus* zu einem *Micrococcus* werden oder umgekehrt. Indessen können doch Formvariationen auftreten, die auf den Einflufs der Ernährung zurückzuführen sind und Involutionsformen genannt werden. Bekannte Beispiele dafür sind z. B. die verzweigten Formen der Bakterien (Bakteroiden) in den Leguminosenknöllchen und die Verzweigungen der Arten der Tuberkelbacillengruppe.

Wie alle Pflanzenzellen besitzt auch die Bakterienzelle eine Membran, die aus zwei differenten Schichten besteht. Die innere gleicht durchaus der Membran der übrigen Pilze, die äufsere dagegen ist dünner und weit stärker wasserhaltig. In dem Verhalten gegen Farbstoffe stimmt diese äufsere Schicht mit den Geifseln überein, weshalb Migula annimmt, dafs die Geifseln von dieser Schicht ausgehen und wahrscheinlich aus derselben Masse bestehen. Unter gewissen Umständen kann die äufsere Hülle verschleimen: es entsteht dann eine sogenannte Kapsel (Fig. 4, *6*). Wird die Verschleimung stärker, so entsteht eine Zoogloea, d. h. eine formlose oder irgendwie geformte Gallertmasse, in der die einzelnen Individuen eingebettet sind (Fig. 4, *7*).

Der Zellinhalt der Bakterien besteht wie bei den übrigen Pilzen aus Plasma, das einen Wandbelag sowie das Lumen durchziehende Massen bildet. Durch geeignete plasmolysierende Mittel läfst sich das Abheben des wandständigen Schlauches von der Membran zeigen, ebenso auch die Vakuolenbildung. Der Nachweis eines Kernes im Plasma ist sehr oft versucht worden, aber bisher konnte nicht mit voller Sicherheit gezeigt werden, dafs ein Kern vorhanden ist. Was bisher für Kerne angesehen wurde, hat sich stets als irgendwelches Inhaltsgebilde herausgestellt. Im Plasma finden sich vielfach Körnchen und Körperchen, die sich gegen Farbstoffe in charakteristischer Weise verhalten. Bei der grofsen Kleinheit der fraglichen Gebilde läfst sich über ihre Natur schwer etwas sagen. Wahrscheinlich hat man es mit Reservestoffen zu tun, denn A. Meyer wies Fett nach. Andere Stoffe sind Volutin, Glykogen, Granulose und Amylinkörner, wozu noch Schwefelkörnchen bei den Schwefelbakterien kommen.

Die Bakterienzellen sind entweder unbeweglich, oder sie vermögen sich durch Geifseln fortzubewegen. Durch besondere Art von Beizung und Färbung lassen sich die Geifseln sichtbar machen (Fig. 4, *2*, *3*, *4*, *9*). Sie stellen stets feine, fädige, mehr oder weniger wellig oder schraubig gebogene Gebilde dar, die sich nur in bezug auf ihre Länge, Dicke und die Art der Krümmung bei den einzelnen Arten unterscheiden. Aufserordentlich wechselnd sind die Zahl und die Anheftung der Geifseln, gleichwohl aber für jede Art konstant. Wenn nur eine oder zwei Geifseln vorhanden sind, so stehen sie stets polar, ebenso auch bei Vorhandensein von einem oder zwei Geifselbüscheln. Bei andern Arten finden sich die Geifseln gleichmäfsig über den ganzen Körper zerstreut

(peritriche Verteilung). Die Geifseln stellen aufserordentlich empfindliche plasmatische Organe dar, welche bei Verletzungen oder bei äufseren Einwirkungen chemischer Art sehr leicht abgeworfen werden. Überhaupt scheint die Ausbildung der Geifseln abhängig vom Nährsubstrat zu sein, denn viele bewegliche Arten lassen sich so auf festen Nährmedien kultivieren, dafs sie vollständig unbeweglich werden.

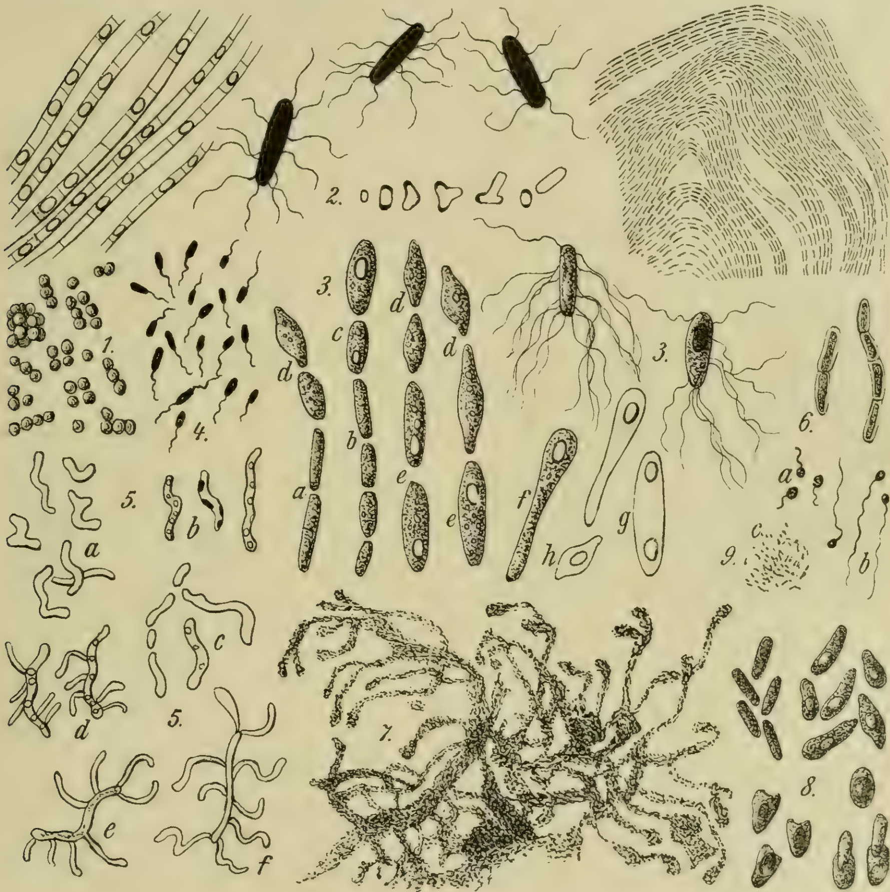


Fig. 4. Bakterientypen.

1 Staphylococcus pyogenes, Wuchsformen, $^{1500}/_1$. *2 Bacillus subtilis.* Rechts kettenförmige Zellverbände $^{100}/_1$, links sporentragende Fäden $^{1000}/_1$, in der Mitte drei gefärbte Stäbchen $^{1000}/_1$ und die Auskeimung einer Spore zum Stäbchen $^{1000}/_1$. *3 Bacillus amylobacter.* *a–g* Vegetative und sporentragende Zellen $^{1020}/_1$, daneben zwei Stäbchen mit Geifseln, in einem eine Spore, ca. $^{1200}/_1$. *4 Pseudomonas pyocyanea*, Geifselfärbung $^{1000}/_1$. *5 Spirillum endoparagogicum*, *a* verschiedene Formen, *b*, *c* sporentragende Zellen, *d–f* Auskeimung der Sporen, wodurch scheinbare Verzweigungen entstehen, $^{1375}/_1$. *6 Bacillus anthracis* mit Kapseln $^{1000}/_1$. *7 Zoogloea ramigera* $^{56}/_1$. *8 Clostridium Pasteurianum*. vegetative Stäbchen, sporentragende Stäbchen und Auskeimung der Sporen $^{1000}/_1$. *9* Salpeterbakterien, *a Nitrosomonas europaea*, *b N. javensis*, *c Nitrobacter*. $^{1000}/_1$.
(*1* nach Fischer, *2* nach Migula und Prazmowski, *3* nach Prazmowski und Fischer, *4* nach Migula, *5* nach Sorokin, *6* nach Migula, *7* nach Fischer, *8*, *9* nach Winogradsky.)

Die Fortpflanzung der Bakterien geschieht vegetativ durch Zellteilung und fruktifikativ durch Sporenbildung. Bei den kugligen Zellen, den Coccaceen, erfolgt die Teilung der Zelle nach einer, zwei oder drei Richtungen des Raumes (Fig. 4, *1*), bei den stäbchenförmigen

Zellen dagegen erfolgt sie ausschliefslich senkrecht zur Längsrichtung (Fig. 4, *2*, *3*, *6*). Je nach der Teilungsrichtung entstehen dann häufig kolonieartige Verbände, namentlich häufig bei den Kokken. Man unterscheidet Diplokokken, wenn immer zwei Zellen semmelförmig nebeneinander liegen, Tetrakokken, wenn vier Zellen wie in den Ecken eines Quadrates zusammen liegen, Streptokokken, wenn die Zellen eine Kette bilden, Staphylokokken, wenn die Zellen traubig gehäuft sind (Fig. 4, *1*), und endlich Sarcinen, wenn die Zellen paketförmig beisammen liegen. Bei den Stäbchen findet, wenn die Zellen nach der Teilung noch zusammenhängen, eine Art Fadenbildung statt (Fig. 4, *2*). Die Sporenbildung erfolgt bei allen Bakterien ausschliefslich im Innern der Zelle; gewöhnlich wird nur eine einzige Spore gebildet, seltener zwei. Obwohl die Vorgänge bei der Sporenbildung von vielen Beobachtern untersucht worden sind, lassen sich die Resultate noch nicht völlig miteinander in Einklang bringen, weshalb hier auf eine Darstellung dieser Vorgänge verzichtet wird. Die Form der Sporen ist entweder kuglig oder länglich; ihre Membran zeigt meistens keinerlei Skulptur. Die Stelle der Zelle, an der die Spore liegt, zeigt meist eine kleine Anschwellung. Wenn also die Spore, wie es häufig der Fall ist, an einem Ende der Zelle liegt, so entsteht die sogenannte Trommelschlägelform (Fig. 4, *3*). Die Sporen besitzen nur eine sehr geringe Gröfse, treten aber unter dem Mikroskop sehr deutlich als glänzende, stark lichtbrechende Körperchen hervor. Ihre Keimung erfolgt meist dadurch, dafs die Membran aufreifst und das junge Stäbchen hervorwächst (Fig. 4, *2*). Indessen zeigen sich dabei doch kleine, aber charakteristische Verschiedenheiten bei den einzelnen Arten, die Migula als Diagnostikum der Art verwendet wissen möchte. Aufser dieser Endosporenbildung hat A. Meyer[1]) noch Chlamydosporenbildung angegeben, die aber noch zu wenig bekannt ist, als dafs sie hier Berücksichtigung finden könnte.

Da die Bakterien wegen ihrer Kleinheit der Beobachtung an den natürlichen Standorten nur schwer zugänglich sind, so mufs man sie in künstlichen Kulturen studieren. Während man zuerst allgemein Flüssigkeiten als Nährmedium verwendete, zeigte 1876 R. Koch, dafs die Isolierung der Bakterien und die Fortzüchtung auf festen Nährböden möglich seien. Erst seit Ausbildung der Methodik der Gelatinekultur nahm die Bakteriologie jenen gewaltigen Aufschwung, der unsere Anschauungen über das Wesen der Krankheiten so gründlich verändert hat. So sind denn dementsprechend auch unsere Kenntnisse von den Bakteriosen der Pflanzen noch sehr jungen Datums und zeigen deshalb noch viele Lücken und ungeklärte Anschauungen. Zur Untersuchung dieser Krankheiten ist die Beherrschung der bakteriologischen Methodik notwendig. Da es nicht möglich ist, hier auf die Herstellung von Reinkulturen und ihre Fortzucht einzugehen, so seien wenigstens einige wichtigere Handbücher genannt, welche diese Gegenstände ausführlicher besprechen. Allgemeine Lehrbücher der Bakteriologie sind: W. Migula, System der Bakterien. Bd. I u. II. Jena 1897 und 1900; Migula, De Barys Vorlesungen über Bakterien. 3. Aufl. Leipzig 1900; A. Fischer, Vorlesungen über Bakterien. 2. Aufl. Jena 1903; J. Schmidt und F. Weis, Die Bakterien. Jena 1902; F. Lafar, Technische Mykologie. Jena. 2. Aufl. Bd. I, II, im Erscheinen. Bücher, die besonders die Laboratoriumspraxis berücksichtigen, sind: S. Günther, Einführung in

---

[1]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XIX 1901, S. 428.

das Studium der Bakteriologie. 5. Aufl. Leipzig 1902; L. HEIM, Lehrbuch der Bakteriologie. 2. Aufl. Stuttgart 1898; A. MEYER, Praktikum der botanischen Bakterienkunde. Jena 1902.

Es möge nun noch eine kurze Übersicht über das System der Bakterien gegeben sein, wie es in neuester Zeit von W. MIGULA ausgebildet worden ist. Die erste Ordnung, welche keine Einschlüsse von Schwefel in den Zellen besitzt, sind die Eubacteria, die zweite, mit Schwefeleinschlüssen, die Thiobacteria. Uns interessiert hier nur die erste Ordnung. Die Familien und Gattungen sind folgende:

1. Familie. Coccaceae. Zellen vollkommen kugelrund.

Streptococcus Billroth. Zellen unbeweglich, Teilung nur nach einer Richtung des Raumes, einzeln, paarweise oder zu perlschnurartigen Ketten vereinigt.

Micrococcus Cohn. Teilung der Zellen nach zwei Richtungen des Raumes, daher oft Merismopedia-artige Anordnung der Zellen. Unbeweglich.

Sarcina Goodsir. Teilung der Zellen nach drei Richtungen des Raumes, wodurch paketartige Zellanhäufungen entstehen. Unbeweglich.

Planococcus Mig. Wie Micrococcus, aber beweglich.

Planosarcina Mig. Wie Sarcina, aber beweglich.

2. Familie. Bacteriaceae. Zellen mehr oder weniger stäbchenförmig, nicht schraubig gekrümmt. Teilung nur senkrecht zur Längsrichtung.

Bacterium Ehrenb. Zellen unbeweglich, oft mit Endosporenbildung.

Bacillus Cohn. Zellen beweglich, mit über den ganzen Körper verteilten Cilien, oft mit Endosporenbildung.

Pseudomonas Mig. Zellen beweglich, mit polaren Cilien. Endosporenbildung selten.

3. Familie. Spirillaceae. Zellen schraubig gewunden oder Teile eines Schraubenganges bildend. Teilung nur nach einer Richtung des Raumes.

Spirosoma Mig. Zellen unbeweglich, starr.

Microspira Schröt. Zellen mit einer, selten zwei bis drei polaren, wellig gebogenen Geifseln, starr.

Spirillum Ehrenb. Zellen mit polaren Büscheln meist halbkreisförmig gekrümmter Cilien, starr (Fig. 4, 5).

Spirochaete Ehrenb. Zellen schlangenartig biegsam. Bewegungsorgane unbekannt. (Neuerdings mit der Flagellate *Trypanosoma* identifiziert.)

4. Familie. Chlamydobacteriaceae. Zellen zylindrisch, zu Fäden angeordnet, mit Scheide. — Hierzu gehören die Gattungen *Chlamydothrix*, *Crenothrix*, *Phragmidiothrix* und *Sphaerotilus*, die für unsere Zwecke keine Bedeutung besitzen und deshalb übergangen werden können.

1. Die Bakteriosen der Coniferen.

In einigen Departements von Südfrankreich (z. B. Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône) findet sich an der Aleppokiefer (*Pinus halepensis*) eine ganz ähnliche Knotenbildung, wie wir sie später bei der Olive kennen

lernen werden. E. PRILLIEUX[1]), der die Krankheit untersucht hat, macht darauf aufmerksam, dafs der innere Bau der Krebsknoten ganz und gar dem der Olivenknoten gleicht. Auch äufserlich tritt eine grofse Übereinstimmung hervor. Bei der Aleppokiefer sitzen die Knoten ebenfalls im Verlaufe der Zweige als mehr oder weniger kuglige Anschwellungen an, deren Aufsenfläche mit Faltungen und Einbuchtungen besetzt ist. Sie erreichen die Gröfse von Hühnereiern und sind viel langlebiger als die Olivenknoten. Die Einbuchtungen der Oberfläche erreichen nicht die Tiefe wie bei den Olivenknoten; auch die zentrale Partie stirbt nicht so früh ab; dadurch entfällt auch die tiefe, in der Mitte des Knotens bei der Olive vorkommende Höhlung. Bei der Ausbildung der Knoten beteiligt sich nicht blofs die Rinde, sondern auch das Holzgewebe, wodurch sich die längere Dauer gegenüber den Olivenknoten erklärt. Im Innern liegen die Bakterien in den Gewebelücken. P. VUILLEMIN[2]), der Entdecker und erste Untersucher der Krankheit, erkannte bereits Bakterien als Ursache und benannte sie *Bacterium Pini*. Zum Unterschied von *Bacillus Oleae* bildet der Organismus kuglige Zooglöen, die wieder zu gröfseren Massen sich zusammenschliefsen. Die Stäbchen sind unbeweglich, 1,8 bis 2,5 μ lang und 0,6 bis 0,8 μ breit. Reinkulturen sowie Infektionsversuche sind bisher noch nicht gemacht worden.

VUILLEMIN war geneigt, die Übertragung der Bakterien durch Insektenstiche anzunehmen, wogegen PRILLIEUX daran festhält, dafs die Einwanderung durch Lenticellen und Stomata erfolgt.

2. Die Bakteriosen der Araceen.

Eine in Nordamerika häufige rotzartige Erkrankung der in ausgedehntem Mafse sowohl im Freien wie im Glashause kultivierten *Calla* hat C. O. TOWNSEND[3]) eingehend auf ihre Ursachen studiert. Die Krankheit findet sich sowohl in den Knollen wie auch in den Blatt- und Blütenstielen. In der Knolle ist der gesunde Teil fest und fast weifs, der erkrankte dagegen braun, weich und wässerig; beide werden durch eine scharfe Begrenzungslinie getrennt. Von der Knolle geht die Krankheit in die Blatt- und Blütenstiele über; die ergriffenen Teile werden schleimig, verlieren aber ihre grüne Farbe nicht sofort. Dagegen bekommen die Blätter durch die Absperrung der Nährsäfte braune, trockene Spitzen und ebensolche Flecken, die sich allmählich auf die ganze Blattfläche ausdehnen und sie trocken und braun machen. Geht der Verlauf etwas rapider vor sich, so können die Blattstiele umknicken, ehe die Blätter ihre grüne Farbe verlieren. Die Blüten werden ebenfalls braun, und der ergriffene Blütenstiel knickt um. An den Knollen können die ergriffenen Stellen unter Dunkelfärbung eintrocknen, behalten aber ihre Infektionskraft für gesunde Pflanzenteile bei.

Die Untersuchung des erkrankten Gewebes zeigte, dafs der Verband der Zellen gelockert ist und ihr Inhalt zusammengeschrumpft erscheint.

---

[1]) Les tumeurs à bacilles des branches de l'Olive et du Pin d'Alep in Ann. de l'Inst. Agronon. Nancy. XI, 1890; Maladies des plantes I, 33.

[2]) Sur une bactériocécidie du Pin d'Alep in Compt. rend. CVII, 1888, S. 874, und Sur la relation des Bacilles du Pin d'Alep avec les tissus vivants l. c., S. 1184.

[3]) A soft rot of the Calla lily in U. S. Dep. Agric. Bur. of Plant Industr. Bull. Nr. 30. 1904. Washington.

Zwischen den Zellresten fanden sich Bakterien in zahllosen Massen. Die Schnelligkeit, mit der die Erweichung des Gewebes vor sich geht, hängt ganz von den äufseren Bedingungen ab, unter denen die Pflanze wächst. Während bei warmer und feuchter Umgebung die Knolle in drei bis vier Tagen zum Verfaulen gebracht wird, dauert unter weniger günstigen Prädispositionsbedingungen der Prozefs mehrere Wochen oder noch länger. Bereits die ersten Untersucher der Krankheit, B. D. Halsted[1]) und F. A. Selby[2]), hatten Bakterien als Ursache angenommen; Townsend beweist dies durch Infektions- und Kulturversuche mit dem Organismus, den er *Bacillus aroideae* nennt, näher.

Der Bacillus mifst etwa 2 bis 3 μ in der Länge und 0,5 μ in der Breite, er besitzt 2 bis 8 Geifseln von 4 bis 18 μ Länge, mit deren Hilfe er sich gleitend fortbewegt. Die Kulturen wurden auf den verschiedensten Nährmedien ausgeführt und ergaben, dafs Gelatine verflüssigt und Milch koaguliert wird. Auf Fleischagar werden strahlige Kolonien bei 18 bis 25°, bei extremen Temperaturen (8 oder 37°) dagegen gewöhnlich runde Kolonien gebildet. Gasproduktion findet nicht statt. Bei Temperaturen unter 6° findet kein Wachstum statt, ebensowenig bei solchen über 41°; das Optimum beträgt 35°. Bei 50° wird der Bacillus in 10 Minuten abgetötet. Sonnenlicht tötet ihn in 5 bis 15 Minuten. Bei Abwesenheit von Sauerstoff findet kein Wachstum statt, dagegen wird er beim Aufbewahren in sauerstoffloser Atmosphäre bei 18 bis 25° selbst nach mehreren Monaten nicht abgetötet.

Townsend impfte Reinkulturen des Organismus in Blattstiele ein und erzielte damit nach wenigen Stunden schon Erfolg, indem er dieselben Erweichungen des Gewebes hervorrufen konnte. Mit Erfolg wurden auch Impfungen auf Möhren, Kartoffeln, weifsen Rüben, Radieschen, Kohl und Blumenkohl vorgenommen, wo ebenfalls dunkel gefärbte Rotzstellen erzeugt werden konnten. Auch Früchte, wie Tomaten, Eiertomaten und Gurken, wurden zur Erkrankung gebracht. Als Verhütungsmittel der in den Gewächshäusern oft verderblich auftretenden Krankheit werden eine sorgfältige Auswahl der Knollen und eine Erneuerung der Erde in den Kulturbeeten in Zwischenräumen von drei bis vier Jahren empfohlen.

3. Die Bakteriosen der Gramineen.

F. C. Stewart[3]) beobachtete eine Maiskrankheit, die durch Bakterien verursacht wird. Die Pflanzen welken und vertrocknen ohne erkennbare Ursache; meist beginnt die Erkrankung gegen die Blütezeit und ergreift zuerst die Blätter, welche langsam abtrocknen. Die Dauer der Krankheit bis zum Tode der Pflanze ist sehr verschieden; bisweilen scheint sich die Pflanze noch einmal erholen zu wollen. Weder an den Wurzeln noch an den Stengeln ist äufserlich irgend etwas Abnormes zu sehen; erst beim Längsschneiden der Stengel sieht man, dafs die Gefäfsbündel scharf als gelbe Striche hervortreten. Auf Querschnitten durch den Stengel bemerkt man, dafs ein gelber, zäher Schleim aus den Gefäfsbündeln herausfliefst. Hierin befinden sich die

---

[1]) Diseases of Calla in New Jersey Exp. Stat. Rep. for 1893, S. 399.
[2]) Condensed Handbook of diseases of plants in Ohio 1900, S. 21.
[3]) A bacterial disease of sweet corn in New York State Agr. Exp. Stat. Geneva. Bull. 130. 1897, S. 423.

Bakterien, die leicht rein zu kultivieren sind. Sie wachsen gut auf allen gebräuchlichen Kulturmedien, besonders bei 21 bis 28° C. Die Länge beträgt 1 bis 2 μ und die Breite 0,5 bis 0,9 μ; die Enden sind abgerundet. Die Stäbchen bewegen sich mit Hilfe einer polaren Geifsel. E. F. SMITH[1]) nennt den Pilz *Pseudomonas Stewarti*. Die Bakterien befinden sich nur in den Gefäfsen und gehen niemals ins Parenchym über.

Gelungene Infektionsversuche wurden erst 1902 durch E. F. SMITH[2]) angestellt. Er brachte Tropfen von Reinkulturen an die Wasserspalten am Rande des Blattes oder sprühte sie über die Pflanzen. In beiden Fällen wurden zweifellos gesunde Pflanzen von der Krankheit befallen.

Wahrscheinlich geschieht die Verbreitung der *P. Stewarti* durch infizierte Samen. Bekämpfungsmittel, wie Kalk und Schwefel, haben sich nicht bewährt; es empfiehlt sich nur der Anbau widerstandsfähigerer Sorten.

Als Bakterienkrankheit erkannte J. BURRILL[3]) bereits im Jahre 1889 die corn-blight genannte Erkrankung des Maises in Nordamerika, die sorgfältig von dem durch *Pseudomonas Stewarti* verursachten corn-wilt zu unterscheiden ist. Mitten auf den Maisfeldern treten Parzellen auf, wo die Pflanzen in ihrem Wachstum zurückbleiben und eine gelbe Farbe annehmen, die sich zuerst an den untersten Blättern zeigt. Die Wurzeln sterben zum Teil ab, und an ihrer Oberfläche werden braune Flecken sichtbar, auf denen sich eine zähe, schleimige Masse befindet. Auf Längsdurchschnitten durch den Stengel findet man an der untern Partie und an den Knoten dunkle Verfärbungen, während die Internodien noch gesund aussehen. Im Spätsommer werden auch die Blattscheiden ergriffen, die aufsenseits braune Flecken bekommen, in denen das Gewebe mehr oder weniger in Fäulnis übergeht. Auf der Innenseite schreitet die Zerstörung noch weiter vor, so dafs die ganze Oberfläche mit dem zähen Schleim bedeckt ist. Schliefslich wird dann der Vegetationsscheitel ergriffen und zum Faulen gebracht. Der Schleim wimmelte von Bakterien, die von BURRILL isoliert wurden. Auch Infektionen wurden mit dem *Bacillus Zeae* an den Blattscheiden ausgeführt. Nach vier Tagen bereits zeigten sich die braunen Flecken an der Aufsenseite.

Der Bacillus ist ein bewegliches, ziemlich plumpes Stäbchen von 0,8 bis 1,6 μ Länge und 0,65 μ Breite, der auf Gelatine ziemlich grofse, durchscheinend bläulich-weifse Kolonien mit unregelmäfsig gelapptem Rande bildet. Durch den Genufs des erkrankten Maises soll beim Rindvieh eine septikämische Krankheit hervorgerufen werden, welche corn-stalk disease genannt wird. Ob wir es aber dabei mit demselben Erreger zu tun haben, mufs noch dahingestellt bleiben.

Eine in Amerika und Europa weitverbreitete Krankheit (sorghum-blight) der Zuckerhirse (*Andropogon Sorghum var. saccharatum*) wurde durch J. BURRILL[4]) ebenfalls als Bakterienkrankheit erkannt. KELLERMANN und SWINGLE[5]) bestätigten gleichzeitig die Befunde und führten auch erfolgreiche Infektionsversuche aus. Die Pflanze bekommt überall erst

---

[1]) Notes on STEWART's Sweet Corn Germ, Pseudomonas Stewarti n. sp. in Proc. Americ. Assoc. f. Advanc. of Sci. for 1898, S. 422.

[2]) Completed proof that P. Stewarti is the Sweet Corn Disease of Long Island in Science new ser. XVII, 1903, S. 458.

[3]) A bacterial disease of corn in Illinois Agric. Exp. Stat. Bull. Nr. 6. 1889.

[4]) Illinois Agric. Exp. Stat. Bull. Nr. 6. 1889.

[5]) First Am. Rep. Kansas Agric. Exp. Stat. 1888.

gelbe, dann rote Flecken, die sich zuerst an den Blattscheiden, dann am Halm, den Blättern, den Inflorescenzteilen usw. zeigen. Die Flecken nehmen an Gröfse zu und können den ganzen Stengel bis auf geringe Reste bedecken. In den kranken Pflanzen findet sich der von BURRILL bereits isolierte *Bacillus Sorghi*, der als Ursache gedeutet wird. Die Stäbchen sind etwa 1,5 (1 bis 3) μ lang und 0,7 (0,5 bis 1) μ breit, bewegen sich während der Zeit der lebhaften Vermehrung und hängen dann in Ketten zusammen. Gelatine wird nicht verflüssigt. Sporenbildung findet nicht statt. KELLERMANN und SWINGLE fanden bei ihren Versuchen, dafs die Krankheit bis zu einem gewissen Grade durch Bodeneinflüsse bedingt ist. Zur Bekämpfung werden Ausrottung der erkrankten Pflanzen und Fruchtwechsel empfohlen.

Die Entstehung dieser Krankheit durch Bakterien steht nun keineswegs über alle Zweifel erhaben. Wenigstens konnte M. RADAIS[1]) aus den erkrankten Pflanzen eine Hefe züchten, die, auf gesunde Pflanzen übertragen, bei ihnen die Symptome des Sorghum-blight hervorbringt. Die geimpften Stellen färbten sich rot, und die Hefen verbreiteten sich in den Zellen und Intercellularen der Pflanze unter Bildung des roten Pigmentes weiter. Das Pigment wird aber scheinbar von der Sorghumpflanze gebildet, da es auch bei Verletzungen ohne gleichzeitige Infektion nicht selten ist. Wie weit damit die Untersuchungen von PALMIERI und COMES[2]) zusammenfallen, die Bakterien und Hefen als Ursache der Krankheit bezeichnet haben, mag dahingestellt sein. BRUYNING[3]), der die Krankheit in den Niederlanden studierte, nimmt eine Pigmentbakterie als Ursache an.

Bei der afrikanischen Sorghumhirse (*Andropogon Sorghum*) hat W. BUSSE[4]) Bakterien an allen Teilen der Pflanze beobachtet, die sich aber nicht auf spezifische Bakterien, sondern nur auf Saprophyten zurückführen lassen, die durch besondere Umstände zum Eindringen in die Pflanze befähigt werden. In dem süfsen, von Aphiden oft massenhaft ausgeschiedenen Honigsaft siedeln sich natürlich sofort Bakterien an, welche in die von den Tieren erzeugten Stichwunden eindringen. Aufserdem finden sie sich zahlreich in den Spaltöffnungen, von wo sie dann in das innere Gewebe gelangen. Die beginnende Erkrankung ist stets an der roten Färbung des Gewebes zu erkennen. Nicht immer kommt es zu ausgebreiteten Erweichungen des Gewebes, sondern meist entstehen nur lokale Fäulnisherde, die unter Umständen auch ausheilen können. Von besonderem Interesse sind BUSSE's Versuche über die Erzeugung des roten Farbstoffes, der zuerst in den Membranen, dann in dem Zellinhalt auftritt. Er entsteht bei Verwundungen, Invasion von Parasiten, Giftwirkungen und Störungen des Gaswechsels und der Transpiration. Die farblose Muttersubstanz (Leukosubstanz) des Farbstoffes ist im Zellsaft vorhanden und wird mit dem Imbibitionswasser wahrscheinlich von den Membranen aufgenommen. Die Umwandlung in die rote Modifikation ist ein rein chemischer Prozefs, der mit spezifischen Wirkungen der Parasiten nichts zu tun hat.

Da BUSSE seine Versuche an *Andropogon* in Buitenzorg vor-

---

[1]) On the blight of Sorghum in Botan. Gaz. XXVIII, 1899, S. 65.

[2]) Accad. di Sc. Napoli 1883.

[3]) Arch. Néerland. 2ième sér. I, 1898, S. 297.

[4]) Untersuchungen über die Krankheiten der Sorghumhirse in Arb. a. d. Biol. Abt. f. Land- und Forstwirtsch. am Kais. Ges.-Amt. IV. 1904, S. 319.

genommen hat, wo die an ein trocknes Klima gewöhnte Pflanze kaum unter normalen Bedingungen wächst, so erklärt sich auch leicht, weshalb in der ostafrikanischen Heimat sich die Bakteriosen nicht finden. Augenscheinlich also begünstigt das feuchtere Klima die Invasion der Bakterien wesentlich, indem es die Resistenz der Pflanze bedeutend heruntersetzt.

Beim Zuckerrohr sind mehrere Bakterienkrankheiten beobachtet worden. So beschrieb COBB[1]) die Gummikrankheit von Neu-Südwales und gab als Ursache das *Bacterium vascularum* (Cobb) Migula an. Die Halme besitzen eine oder mehrere tote Spitzen und zeigen im Vegetationsscheitel eine oder mehrere Höhlungen. Das Gewebe um diese Höhlungen ist gebräunt oder schwarz und trieft von einer schleimigen, gelb bis braun gefärbten Substanz. Beim Zerschneiden eines Halmes findet man, dafs aus den Gefäfsen eine gummiartige Masse hervorquillt, die bald zu einem glänzend gelben Fleck eintrocknet. In dieser, Vaskulin genannten Masse sitzt das Bakterium. Die von COBB angestellten Infektionsversuche gaben kein eindeutiges Resultat; dagegen hat die Nachuntersuchung durch R. GR. SMITH[2]) und E. F. SMITH[3]) ergeben, dafs es sich hier doch um eine primäre Bakterienerkrankung handelt. Der letztere Autor impfte durch Nadelstiche Reinkulturen des Bacillus in die Blätter von Glashauspflanzen ein und beobachtete nach etwa drei Wochen weifse Streifen an den infizierten Blättern, die später mit rötlichen oder braunen Flecken und Streifen besetzt sind. Allmählich schritt die Erkrankung nach oben und unten hin auf den infizierten Blättern fort und tauchte auch an andern auf. Nach drei Monaten etwa waren die meisten grofsen Blätter geschrumpft und die oberen Herzblätter am Faulen. Der Wuchs der Pflanzen war zwergenhaft geblieben. In den Gefäfsbündeln der Blätter und des Stengels hatte sich der gelbe Bakterienschleim eingefunden, in dem die *Pseudomonas vascularum* in Unzahl vorhanden war. Wichtig ist, dafs sich auch rotgefärbte Bündel vorfanden. Dieser Farbstoff stammt aber nicht von der Pseudomonas, sondern es existiert nach PRINSEN GEERLINGS ein schwer löslicher Stoff in der Cellulose des normalen Zuckerrohr, der durch Alkali ins Gelbe übergeht, bei Durchlüftung aber ins Rote und endlich ins Braune.

Wahrscheinlich stimmt damit überein die Top-rot (Spitzenfäule) genannte Krankheit, welche von WAKKER und WENT[4]) auf Java studiert wurde. Aufser andern Bakterien wurde auch das COBB'sche Bakterium gefunden und rein kultiviert. Das Krankheitsbild stimmt im wesentlichen mit der australischen Krankheit überein; nur zeigen sich äufserlich mehrere Abarten der Erkrankung, was bei der grofsen Häufigkeit auf Java nicht verwunderlich erscheint. Die Infektionsversuche ergaben keine rechten Resultate. Schon COBB hatte betont, dafs die Krankheit bei grofser Feuchtigkeit am liebsten auftritt; WAKKER und WENT bestätigen diese Ansicht und meinen sogar, dafs diese äufsern

[1]) Plant diseases and their remedies in Dep. of Agric. New South Wales, 1893, S. 1, und The cause of gumming in sugar-cane in Agric. Gaz. of New South Wales VI, 1896, S. 683.

[2]) The gummosis of the sugar-cane in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. IX, 1902, S. 805.

[3]) Ursache der COBB'schen Krankheit des Zuckerrohrs in Centrabl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. XIII, 1904, S. 729.

[4]) De ziekten van het Suikerriet op Java I, 1898, S. 64.

Umstände das Primäre der Erkrankung seien, so dafs die Bakterien erst später ihre verderbliche Wirkung entfalten würden. Man mufs über diesen Punkt weitere Untersuchungen abwarten.

Ähnlich durch feuchte Bodenverhältnisse erzeugt ist eine Bakteriosis des Stengels, auf die M. Raciborski[1]) zuerst die Aufmerksamkeit lenkte. Die Bakterien dringen nicht von der Spitze aus in den Stengel ein, sondern vom Wurzelende aus, wenn kleine Verletzungen vorhanden sind. Sie vermehren sich stark in den Stengelinternodien, besonders dann, wenn in den Intercellularräumen die Luft durch Wasser verdrängt ist[2]). Durch das Eindringen der Bakterien wird das Parenchym in eine faulige, nach Buttersäure riechende Masse umgewandelt; zuletzt bleibt vom Stengelinhalt nur der Bastteil der Gefäfsbündel übrig. Wir haben es also auch hier wahrscheinlich nicht mit einer primären Bakterienkrankheit zu tun.

Endlich bleibt noch eine dritte Krankheit kurz zu erwähnen, die berüchtigte Sereh-Krankheit, die auf Java ungeheuren Schaden verursacht. Wakker und Went[3]) sind auf die verschiedenen Meinungen, welche über die Ursache dieser Krankheit aufgestellt wurden, ausführlich eingegangen. Janse hat *Bacterium Sacchari* im Stengel dafür verantwortlich gemacht, Treub *Heterodera javanica* in der Wurzel, Soltwedel *Tylenchus sacchari* in der Wurzel, Wakker endlich *Hypocrea Sacchari* an den Blattscheiden in Verbindung mit Wurzelerkrankungen. Wakker widerspricht ganz entschieden, dafs Bakterien die Ursache sein könnten, — eine Ansicht, die auch andere Untersucher vor ihm bereits geäufsert haben (Benecke, Debray). Dagegen ist E. F. Smith neuerdings geneigt, Bakterien als Ursache der Gefäfserkrankung anzunehmen. Da diese Verhältnisse noch zuwenig geklärt sind, so gehe ich auf die Serehkrankheit hier nicht näher ein (vgl. denselben Gegenstand im ersten Bande).

Über eine Bakteriose von *Dactylis glomerata* berichtet E. Rathay[4]). Die Pflanzen hatten eine geringere Höhe und zeigten unvollkommnere Streckung der oberen Internodien, an denen sich ein zitronengelber, zäher, klebriger Schleim befand. Er bestand aus Bakterien und bedeckte nicht blofs die Halme, sondern auch die Blätter und Teile des Blütenstandes. An den mit dem Schleim bedeckten Stellen fehlte häufig die Cuticula; im chlorophyllhaltigen Gewebe zeigten sich kleine, gelbe Körnchen. Nicht selten waren die Mittellamellen der befallenen Halmteile gelöst, und zwischen den Zellen des Parenchyms und auch der Gefäfsbündel befand sich derselbe Bakterienschleim wie aufserhalb. Der Schleim reagiert sauer. Das Bakterium ist kurz ellipsoidisch, mit Kapsel, unbeweglich. In Bouillonabsud von *Dactylis* werden zitronengelbe Flöckchen gebildet, während die Flüssigkeit selbst klar bleibt. Auf Kartoffeln wächst das Bakterium besser als auf Agar und Gelatine. Infektionen glückten nicht, woraus Rathay schliefst, dafs es besonderer Prädisposition der Pflanze bedarf, damit die Ansteckung glückt.

---

[1]) Voorloopige mededeelingen omtrent eenige rietziekten in Arch. voor de Java-Suikerindustr., Kagok Tegal 1898.

[2]) Kamerling, Z., en Suringer, H., Onderzoekingen over onvoldenden groei en ontijdig afsterven van het riet als gevolg van wortelziekten in Meded. von het Proef-stat. voor suikerriet in West-Java to Kajok Tegal Nr. 48. 1901.

[3]) De ziekten van het suikerriet I, S. 76.

[4]) Über eine Bakteriose von Dactylis glomerata L. in Sitzber. K. Ak. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. CVIII, 1899, S. 597.

Bei *Arrhenatherum elatius* sind an den Rhizomen aufgeblasene Knoten bekannt, die den sogenannten Rosenkranzhafer bilden. Diese Knoten sollen nach CH. GUFFROY[1]) einem *Bacterium moniliformans* Guffr. ihren Ursprung verdanken. Einen Beweis für diese Ansicht hat GUFFROY nicht erbracht.

Bei allen Arten von Weizen lassen sich Körner von eigentümlich rosenroter Farbe beobachten. Nach E. PRILLIEUX' Untersuchungen[2]) ist der Sitz der rötlichen Färbung nicht die Samenschale, sondern die Kleberschicht. Der äufseren Gestalt nach bieten die fraglichen Körner nichts Besonderes. Manche sind allerdings gefurcht und stellenweise mit gelockerter Fruchthaut versehen, jedoch ist dies Merkmal kein durchgreifendes. Bei dem Glasweizen ist die rote Färbung intensiver im Querschnitt als bei den Körnern mit mehligem Eiweifs, bei welchen die Färbung auf die äufsere Schicht des Eiweifskörpers und auf den Umkreis der Höhlungen beschränkt bleibt, welche sich im Innern des Kornes bilden. Die Stärke enthaltenden Zellen bleiben ohne die rote Verfärbung, die übrigens in Öl oder Glycerin beobachtet werden mufs, da Wasser die Farbe sofort verschwinden läfst. Der Embryo ist oft sehr intensiv rot.

Die vorerwähnte Höhlung, deren Peripherie sich auch durch die Intensität der Röte auszeichnet, grenzt an die Leiste, welche der äufsern Furche des Weizenkornes entspricht, und durchzieht bisweilen die ganze Länge des Kornes vom Embryo an der Basis bis zur Spitze. Bisweilen besteht die zentrale Höhlung aus mehreren, kommunizierenden Kammern, deren Bildung aber immer von der Oberfläche des Kornes beginnt. Der Hohlraum ist von einer transparenten Zone zunächst umgeben; es sind dies diejenigen Zellen des sonst stärkereichen Sameneiweifses, in denen die Stärke bereits aufgelöst ist.

Nach dem Innern der Höhlung zu erscheint die transparente Zellschicht von einer wolkigen, zitzenartig vorspringenden Masse ausgekleidet; es sind Mikrokokken, die PRILLIEUX *Micrococcus Tritici* nennt.

Die Lösung der Stärke erfolgt in der Weise, dafs die Körnchen allmählich an Gröfse abnehmen, ohne im Innern jene radialen Sprünge und Furchen zu zeigen, die bei der normalen Lösung während der Keimung auftreten; die Einwirkung des *Micrococcus* bewirkt eine Korrosion der Oberfläche, die wie angenagt aussehen kann. Die erwähnten Lösungserscheinungen lassen sich am besten in der rosenrot gefärbten, an die vorerwähnte, durchscheinende Zone angrenzenden Gewebelage beobachten. Man trifft dort Zellen, in denen alle Stärke bereits verschwunden ist, so dafs nur das zwischen den ehemaligen Körnern liegende Plasma als netzartige Masse zu sehen ist. In andern Fällen erstreckt sich die Auflösung gleichzeitig auf die stickstoffhaltige Substanz und die Stärkekörner. Schliefslich verfallen auch die Zellwände dem Lösungsprozefs, indem sie sich aufblähen und verschleimen, wobei sie aber bis zu Ende ihre Cellulosereaktion beibehalten. Noch deutlicher läfst sich die Lösung der Zellwand bei der Zersetzung der Kleberschicht beobachten. Hier sieht man, dafs die hyaline Zellenlage, welche die Samenschale von der Kleberschicht trennt, und welche im

---

[1]) L'avoine à chapelet et le Bacterium moniliformans Guffr. in Journ. d'agricult. prat. 1901, S. 719.

[2]) Sur la coloration et la mode d'altération de grains de blé roses in Annal. sc. nat. 6ième sér. VIII, 1879, S. 248, ferner in Maladies des pl. agric. I, 7.

gesunden Korn sehr dickwandig ist, unter der Einwirkung des *Micrococcus* ganz aufgelöst wird.

Die Mikrokokken wandern durch die Furche des Kornes ein. Bisher ist die Krankheit nur selten beobachtet worden und hat nur geringen Schaden verursacht. Wahrscheinlich haben ein geringer Reifezustand und eine zu dichte Lagerung die Krankheit begünstigt. Daher empfiehlt es sich, für reifes Saatgut und luftige Aufbewahrung Sorge zu tragen.

4. Die Bakteriosen der Liliaceen.

Obwohl der Rotz der Hyacinthen den Gärtnern eine längst bekannte und gefürchtete Erscheinung war, gelang es doch erst 1881 SORAUER[1]) und 1883 WAKKER, die aufserordentlich schädliche Krankheit als Bakteriosis nachzuweisen. Schon im Jahre 1834 finden wir in einem Bericht des seinerzeit berühmten holländischen Zwiebelzüchters SCHNEEVOOGT[2]) in Harlem genauere Angaben über das Auftreten der Krankheit. Wenn nämlich zu der Zeit, wo die Zwiebeln nach dem Ausheben aus ihrem bisherigen Wachstumsorte noch zum Nachreifen in der Erde liegen, sich starke Regengüsse einstellen und die Erde warm bleibt, so erhalten sehr viele Zwiebeln ein nahezu gekochtes Aussehen, verlieren die Zähigkeit des gesunden, in den Schuppen vorhandenen Schleimes und werden zu einer kleisterartigen, stinkenden Masse. Trotz vorsichtigster Visitation wird die Krankheit in der Regel auf die Zwiebelstellagen in den Aufbewahrungsräumen übertragen. Man erkennt die kranken Exemplare zuweilen schon daran, dafs die bei der Untersuchung auf die Ringelkrankheit angeschnittene Zwiebelspitze sich mit gelblichen, schleimigen Massen bedeckt, welche sich auch auf die Bretter der Stellagen ausbreiten und die Zwiebeln festkitten. Wegen der gelben Farbe der schleimigen Massen könne man, meint SCHNEEVOOGT, auch von einem „gelben Rotze“ sprechen.

Gerade so wie bei der Kartoffel tritt der Rotz der Hyacinthen oft als Begleiterscheinung anderer Krankheiten auf, und deshalb erscheinen die Krankheitsbilder mancher früherer Beobachter verwischt. Dies ist zum Teil der Fall bei MEYEN, der Merkmale des schwarzen Rotzes mitaufführt[3]) und bei BAYER[4]), welcher Charaktere der Ringelkrankheit zum weifsen Rotze hinüberzieht. Dieser Beobachter erwähnt, dafs der Rotz ebenso wie die Ringelkrankheit die ganz besonders stark und üppig getriebenen Zwiebeln heimsucht, und diese Angabe sehen wir durch eine spätere Mitteilung LACKNER's[5]) bestätigt. Derselbe gibt an, dafs die Krankheit nicht an bestimmte Sorten gebunden ist, jedoch die in Laub und Zwiebel am fleischigsten sich entwickelnden Sorten am heftigsten heimsucht, wie z. B. l'ami du cœur (rote und blaue), Maria Catharina, Baron von Thuyl u. a. Nach LACKNER beginnt der Rotz schon in dem Augenblicke kenntlich zu werden, wo das Abreifen des Laubes im Zwiebellande eintritt; SORAUER[6]) konnte die Krankheit bisweilen viel früher auffinden. Man sieht nämlich Exemplare, deren Blätter erst etwa 10 cm Länge besitzen, und bei denen die Blumen

---

[1]) Handbuch usw., 2. Aufl., II, 95
[2]) Ver. d. Ver. z. Bef. des Gartenbaues i. d. K. Preufs. Staat. X, 1834, S. 252.
[3]) Pflanzenpathologie. Berlin 1841, S. 168.
[4]) Verh. d. hannov. Gartenbau-Ver. Hannover 1833, S. 120, cit. bei MEYEN.
[5]) Der deutsche Garten 1878, S. 54.
[6] Der weifse Rotz der Hyacinthenzwiebeln in Der deutsche Garten 1881, S. 193.

scheinbar in der besten Entwicklung sich befinden, im Wachstum plötzlich stillstehen. Der Blütenschaft hört in seiner Streckung auf, und die Blumen entfalten sich unregelmäfsig. Darauf fangen einzelne Blattspitzen an, gelb zu werden; die bisweilen leuchtend gelbe Färbung schreitet zunächst langsam, und zwar oft streifenweise, in den Gefäfsbündelregionen nach der Blattbasis hin fort, während die Spitze abzutrocknen beginnt. Allmählich werden andere Blätter derselben Mutterzwiebel und etwa 14 Tage später auch solche der Tochterzwiebeln unter denselben Erscheinungen krank. Die Wurzeln können dabei auffallend kräftig, ja bisweilen geradezu fleischig erscheinen. Man findet auch schon zur Zeit des ersten Austreibens der Zwiebeln kranke Exemplare; in diesem Falle ist die Erkrankung bereits eine sehr schwere. Der über der Erde kaum hervorkommende Blattkegel bleibt geschlossen; die Blätter, welche an der Spitze gar nicht oder kaum auseinanderweichen, sind an einzelnen, dem blofsen Auge weifs erscheinenden Stellen miteinander verklebt.

Die Schuppenbasis und die Wurzeln können dabei manchmal noch gesund sein; in andern Fällen jedoch gelingt es, durch einen geringen Zug bei bereits hochentwickelter Krankheit die mittlern Blätter aus der Zwiebel herauszuziehen, und dann erscheint die Basis verfault; in der fauligen, übelriechenden Masse fehlen selten Milben und Anguillulen. An solchen Zwiebeln weisen die Blätter und Schuppen manchmal Faulstellen in verschiedener Höhe und durch scheinbar gesunde Zonen getrennt auf. Die isolierten Krankheitsherde in der Schuppe zeigen sich als matt entfärbte oder dunklere, gelbe Zonen mit zentraler brauner Partie. Rosanilin (essigs.) färbt das gesunde Gewebe violett, die kranke Stelle dagegen rubinrot.

Das Mikroskop zeigt, dafs die breiartige Zersetzung sowohl den Zellinhalt als auch die Membranen ergreift, so dafs schliefslich nur die Cuticula und Gefäfsreste übrigbleiben. Die Epidermis widersteht in der Regel länger als das von ihr eingeschlossene Gewebe. An den Übergangsstellen in das gesunde Gewebe der Zwiebelschuppe erkennt man, dafs die innerste Schicht der Zellmembran zuletzt der Auflösung verfällt, welche sich mit einer Quellung der Gesamtwandung einleitet. Der Zellinhalt zerfällt körnig; vor dem Zerfall sieht man die stark lichtbrechenden gesunden seitenständigen Zellkerne ihre gleichartige Beschaffenheit verlieren, trübkörnig werden, sich vergröfsern und ihre Konturen an Deutlichkeit abnehmen, bis dieselben endlich ganz verschwinden und nur noch zerstreute Körnergruppen die Stelle des ehemaligen Zellkerns anzeigen. Die Zerstörung schreitet im Innengewebe von Blatt und Schuppe schneller fort als in der Epidermis.

Als Ursache der fauligen Zersetzung sieht J. H. Wakker[1]) ein Bakterium an, dem er den Namen *Bacterium Hyacinthi* gibt. Die Bakterien sitzen hauptsächlich in den Gefäfsbündeln, die mit dickem gelbem Schleim angefüllt werden. Von hier aus schreitet die Erweichung und Zerstörung des Gewebes nach dem Parenchym zu fort, und es entstehen dann die soeben geschilderten ausgedehnten Höhlungen mit dem gelben Bakterienschleim. Der Organismus wurde zwar in Reinkultur gezüchtet und eingehend untersucht, aber Infektionen wurden

---

[1]) Vorläufige Mitteilungen über Hyacinthenkrankheiten in Bot. Centralbl. XIV, 1883, S. 315; ferner La maladie du jaune, ou maladie nouvelle des jacinthes, causée par le Bacterium hyacinthi in Arch. néerland. des sc. ex. et nat. XXIII, 1889, S. 1.

mit ihm nicht gemacht. WAKKER spricht nur die Ansicht aus, dafs die Infektion in der Natur durch Wunden oder auch durch die Spaltöffnungen erfolgen kann.

E. F. SMITH[1]) nahm dann WAKKER's Forschungen wieder auf und führte sie damit zu Ende, dafs er erfolgreiche Infektionen vornahm und dadurch das Bakterium als primäre Ursache der Krankheit nachwies.

Er ging ausschliefslich von Reinkulturen des Organismus aus und impfte eine grofse Anzahl verschiedener Sorten von Hyacinthen an verschiedenen Stellen (Fig. 5, *1*, *2*). Stets erhielt er bei den geimpften Pflanzen die Krankheit, während die Kontrollpflanzen gesund blieben; allerdings schwankte die Inkubationszeit zwischen weiten Grenzen. Bei dem an den oberirdischen Organen infizierten Exemplare traten die ersten Zeichen der Krankheit innerhalb drei bis vierzig Tagen auf, während das Fortschreiten bis zur Zwiebel erst vom zweiten bis zum fünften Monat erfolgte. Gewisse Sorten sind scheinbar empfindlicher als andere, so z. B. Zar Peter und Gertrud empfänglicher als weifse Baron von Thuyl und Gigantea. WAKKER's Beobachtung, dafs die Tochterzwiebeln angesteckt werden, findet durch SMITH's Infektionsversuche ihre Bestätigung.



Fig. 5. Hyacinthenrotz.
1 Durchschnittene Hyacinthenzwiebel von einer Pflanze, deren Blätter infiziert wurden. Nat. Gr. *2* Ein infiziertes Hyacinthenblatt. Nat. Gr. *3 Pseudomonas Hyacinthi* (Wakk.) E. F. Smith. 1000:1. (Nach E. F. SMITH.)

Die Übertragung der Krankheit geschieht mit Hilfe von Wunden, die teils durch Insekten verursacht sein können, teils aber dem Messer des Kultivateurs zuzuschreiben sind. Es sollte daher stets beim Verschneiden erkrankter Zwiebeln ein Messer benutzt werden, das bei Operationen an gesunden nicht Verwendung finden darf.

Der Organismus, der von WAKKER als *Bacterium Hyacinthi* bezeichnet worden war, ist ein Stäbchen mit abgerundeten Enden, das etwa 1 bis 2 μ lang und 0,4 bis 1 μ breit wird. Mit Hilfe einer Geifsel, die sich an dem einen Pol befindet, bewegt sich der Organismus in jungen Kulturen, im Alter dagegen ist er unbeweglich. Die Kultur wurde in Bouillon und in festen Medien vorgenommen. In alkalischer Bouillon erschien erst in der zweiten Woche ein deutliches Wachstum, auf alkalischer Gelatine aber bereits am zweiten Tage. Merkwürdig ist die Bildung zoogloeaartiger Klumpen, die in der Bouillon sich an den Rand des Gefäfses ansetzen und eine

[1]) WAKKER's hyacinth germ in U. S. Dep. of Agric. Div. of Veg. Phys. and Path. Bull. Nr. 26. Washington 1901.

Art Haut bilden, die sich dann zu Boden senkt. Auf festen Substraten dagegen, wie Gelatine, Kartoffel, Zuckerrübe usw., bilden sich papillöse, warzige Überzüge, die wie eine chagrinierte Decke aussehen. SMITH fand keine Sporen, während WAKKER sie beobachtet hat. Wie auf der Nährzwiebel, so wird auch auf Kulturen ein gelber Farbstoff produziert, der später gewöhnlich in Braun übergeht. Bei 38° C. wächst der Organismus nicht mehr, das Optimum beträgt 28 bis 30° C., das Minimum etwa 4° C. Bei 47,5° C. tötet ihn Aussetzen von zehn Minuten. Wegen des Vorhandenseins der Geifsel stellt ihn SMITH zur Gattung *Pseudomonas* (Fig. 5, *3*).

Nach den soeben mitgeteilten Untersuchungen unterliegt es keinem Zweifel, dafs der Hyacinthenrotz ein wohl umschriebenes Krankheitsbild aufweist und deshalb als besondere Erkrankung angesehen werden mufs. Indessen treten in der Natur in den allermeisten Fällen sekundäre Infektionen hinzu, welche das Bild vollständig verschieben und zu der Meinung Anlafs gaben, dafs der Hyacinthenrotz erst in zweiter Linie durch Bakterien verursacht werde. Auf diese Verhältnisse hat zuerst P. SORAUER [1]) hingewiesen, der bei der Handelsware stets in Verbindung mit der Bakterie auch Pilzhyphen beobachtete.

Schon auf Schnitten durch rotzkranke Zwiebeln lassen sich einzelne Mycelfäden oder Mycelansammlungen konstatieren. Wird aber eine rotzkranke Zwiebel in Wasser gesetzt, so bedeckt sich die erkrankte Partie in kurzer Zeit mit einem Hyphenfilz, der das Mycel des sogleich zu beschreibenden *Hypomyces Hyacinthi* P. Sor. bildet. Bei üppigem Wachstum des Mycels werden koremienartige Erhebungen gebildet, die aus einzelnen Konidien tragenden Fäden verklebt sind. An der Spitze der Fäden und ihrer Verzweigungen werden einzeln Konidien gebildet, die ellipsoidisch bis spindelförmig, etwas kahnförmig gebogen sind und bisweilen zu mehreren an der Spitze der Tragfäden sitzen. Gewöhnlich besitzen sie drei Scheidewände, doch kommen auch zwei bis fünf vor. Im Alter verschwindet das flockige Aussehen dieses Mycels und es wird fester, teigig-schleimig, mattgelb bis wachsgelb und endlich ockerfarben. Die hieraus sich erhebenden Koremien bilden zwar zuerst noch die länglichen Konidien, dann aber kuglige, an kurzen Seitenästen stehende, derbwandige, warzige, matt gelbliche Chlamydosporen, die im Gegensatz zu den sofort keimfähigen Konidien erst nach einer Ruhepause von etwa 14 Tagen im Herbst auskeimen.

Je älter der Pilz wird, desto mehr überwiegt die Bildung der Chlamydosporen, gleichviel wo die Zwiebel sich befindet. In der Regel ist sie auch dann schon in hochgradiger Zersetzung, wenn sie äufserlich noch völlig intakt aussieht. Bei Exemplaren, welche nur in feuchter Luft, nicht in direkter Berührung mit Wasser oder feuchter Erde sich befinden, können die äufsern Schuppen noch fest erscheinen, während die innern bereits gelblich bis braun gefärbt und erweicht sich erweisen. Das Herz der Zwiebel ist dabei oft schon vollständig faulig. Der Zwiebelboden, der nach aufsen hin eine vier- bis acht- und mehrzellige Korkschicht besitzt, ist durch diese vor einer Erweichung von aufsen her geschützt. Manchmal sieht man aber die Krankheit an der Einfügungsstelle der Schuppen im Zwiebelboden auftreten und von da aus sich in die Höhe ziehen, indem die innern Lagen des ziemlich inhaltsarmen Gewebes erweichen. Bei der zunehmenden jauchigen Zersetzung sieht man neben den Raphidenbündeln von oxalsaurem Kalk auch kohlensauren und phosphorsauren Kalk auftreten; ebenso finden sich auch Milben und Fäulnisälchen als ungemein häufige Begleiter des Rotzes ein [2]).

In Zimmerkulturen wurden auf den Mycelmassen, die schon ganz verfault waren, die Perithecien gefunden. Sie stehen in kleinen, rundlichen oder gröfsern bis 2 mm langen Kolonien von 10 bis 60 Stück zusammen, sind anfangs leuchtend ziegel-, später karminrot und haben einen gelben, meistens gekrümmten, spitz ausgezogenen Halsteil. Sie messen etwa 0,3 bis 0,45 mm in der Höhe und 0,16 bis 0,22 mm in der gröfsten Breite. Die Schläuche sind zahlreich, cylindrisch, an der

---

[1]) Handb. der Pflanzenkr., 2. Aufl. II, S. 97 ff.

[2]) Vergleiche dazu P. SORAUER, Der weifse Rotz der Hyacinthenzwiebel in Deutscher Garten 1881, S. 198.

Basis verschmälert, 60 bis 100 μ lang, mit vier bis acht Sporen. Die Spitze des Schlauches ist vor dem Öffnen mit gequollener, dicker Membran etwas vorgewölbt, nach dem Öffnen abgestutzt.

Nach dem Entleeren der Sporen ist die obere Partie des Schlauches krugförmig zusammengezogen, mit breitbleibender, wulstig aufgeworfener Mündung.

Das Ausschleudern der Sporen scheint dadurch einzutreten, dafs die Membran des Schlauches von der Spitze anfangend aufquillt und den Zellinhalt zusammenprefst. Die einreihig liegenden, einander häufig dachziegelig deckenden Sporen sind ellipsoidisch, in der Mitte durch eine Querwand geteilt und bisweilen, ähnlich den Konidien, auch etwas gekrümmt, 10 bis 18 μ lang und 4 bis 8 μ breit im gröfsten Durchmesser. Bei der Keimung quellen sie auf; durch das Anschwellen der einzelnen Fächer erscheint die Spore in der Mitte stark eingeschnürt. Der im Wasser binnen 24 Stunden bis 50 μ Länge erreichende Keimschlauch ist so breit, wie derjenige der Konidien. Schlauchsporen sowie Chlamydosporen können wieder Konidien erzeugen.

Der Pilz stimmt am meisten mit *Hypomyces Solani* Reinke überein, der ebenfalls bei Bakteriose auftritt. Es fehlt aber das warzige Epispor der Schlauchsporen; auch sind die Konidien nicht sechs-, sondern im allgemeinen nur vierfächrig.

Die ganze Art des Auftretens des *Hypomyces Hyacinthi* berechtigt uns, ihn für eine sekundäre Erscheinung zu halten, ebenso auch wie das gelegentlich beim Rotz auftretende *Penicillium glaucum*, das die sogenannte Ringelkrankheit verursacht. Es geht daher B. Frank[1]) zu weit, wenn er meint, dafs für die Wirkung einer pathogenen Bakterienart beim Rotz jeder Beweis fehlt. Sorauer spricht es bereits ganz scharf aus, dafs der Hypomyces nicht Ursache, sondern nur Begleiterscheinung des Rotzes ist. Indessen überträgt er dem Pilze doch eine gewisse aktive Rolle bei der Verbreitung der Krankheit im Boden. Das Mycel verbreitet sich nämlich von erkrankten Zwiebeln schnell durch den Boden zu gesunden, und da an seinen Fäden Bakterien anhängen können, so verschleppt es dieselben gleichsam im Boden von Zwiebel zu Zwiebel. Da das Mycel im Boden überwintert, so wird dadurch auch das anhängende Bakterium überwintert und zur Infektion der neu gelegten Zwiebeln erhalten.

Mag man nun diese Anschauung von dem innigen Zusammenhang von Hypomyces und Bakterien annehmen oder nicht, jedenfalls ist die eine Tatsache sichergestellt, dafs einmal verseuchte Felder das Mycel und das Bakterium enthalten und die Zwiebeln wieder anstecken. Man sollte nun meinen, dafs eine Bekämpfung der Krankheit zuerst mit der Vernichtung der Bakterien einsetzen sollte. Indessen ist dies schwer durchführbar und auch unnütz, da es bekannt ist, dafs gesunde Zwiebeln wochenlang mit rotzkrankem Gewebe in Berührung sein können, ohne dafs sie erkranken. Man kann daher wohl mit Sicherheit annehmen, dafs die Erkrankung nur dann stattfindet, wenn äufsere Umstände die Zwiebel für die Infektion empfänglich machen. Da weder die Bakterien noch das Hypomycesmycel durch die normale Korklage des Zwiebelbodens und die unverletzte Epidermis der trockenen Schuppe eindringen können, so müssen für das Mycel besonders bevorzugte zarte Stellen vorhanden sein; für die Bakterien sind die prädisponierenden Ursachen in der verminderten Atmung der Zwiebeln und in zu grofser Feuchtigkeit zu suchen.

Dafs Witterungs- und Bodenverhältnisse von Einflufs auf die Intensität der Erkrankung sein können, wird verständlich, wenn man bedenkt, dafs z. B. die Nässe der Bakterienvermehrung aufser-

---

[1]) Die Krankheiten der Pflanzen. 2. Aufl. II, S. 25.

ordentlich günstig ist, aber für die Zwiebel gleichzeitig ungünstig wirkt. Wenn frischer Dung vorhanden ist, werden die Zwiebeln sehr kräftig, aber auch wasserreicher, dünnwandiger und länger in Vegetation bleibend. Die Krankheit wird da am wenigsten zur Ausbreitung gelangen, wo ein schnelles Abreifen der Zwiebeln sattfinden kann, wie z. B. auf magerem Sandboden, der mit seiner geringen wasserhaltenden Kraft dem schnellen Erwärmen und Austrocknen ausgesetzt ist. Wenn man sich bei der günstigen Wirkung der Düngung auf die Ausbildung der Zwiebeln auch nicht entschliefsen wird, allgemein künftig alle Zwiebeln auf etwas mageres, sandiges Land zu legen, so sollte man dies doch mit Sorten oder Zwiebelstämmen tun, in denen der Rotz aufgetreten ist.

Die Tatsache, dafs selbst auf den Lagerungsstellagen der Zwiebelaufbewahrungsräume eine Ansteckung erfolgt, erklärt sich durch die bei Raummangel eintretende, günstige Infektionsgelegenheit. Wenn die Zwiebeln unter solchen Verhältnissen übereinander geschichtet werden, entsteht zwischen den einzelnen Exemplaren ein wenig durchlüfteter, feuchter Raum, der ein schnelleres Hinüberwachsen des Mycels von einer Zwiebel zur andern und schnellere Vermehrung der Bakterien ermöglicht.

Eine andere Rotzkrankheit der Hyacinthen hat A. Heinz[1]) beobachtet. Die ausgetriebenen Hyacinthen bekamen gelbe Blattspitzen, welche bald darauf schrumpften und auf einige Zentimeter Länge verdorrten. Die Blüten fielen entweder schon als Knospen ab oder blüten in unregelmäfsiger Ordnung auf, um bald darauf abzufallen. Gleichzeitig verfaulten die befallenen Infloreseenzaxen und die Zwiebeln unter Bildung eines schmierigen, übelriechenden Schleimes. Nach zwei bis drei Tagen waren die Zwiebeln gänzlich erweicht. Im Schleim fanden sich Bakterien, die rein kultiviert wurden. Die Stäbchen sind 4 bis 6 μ lang, ca. 1 μ dick, an den Enden abgerundet, einzeln, lebhaft beweglich. Zum Unterschied von Wakker's Art nennt Heinz seinen Organismus *Bacillus Hyacinthi septicus*[2]). Wenn Reinkulturen auf Zwiebeln von Hyacinthen oder *Allium* übertragen wurden, so traten wieder die geschilderten Krankheitserscheinungen auf.

Wie weit Wakker's Krankheit mit der von Heinz übereinstimmt, läfst sich vor der Hand nicht sagen, da die letztere noch nicht wieder beobachtet ist.

Der Rotz der Speisezwiebeln wurde zuerst von P. Sorauer[3]) beobachtet und eingehend beschrieben.

Dem blofsen Auge erscheint die Krankheit in sehr verschiedenen Gestalten, weil sie, wie alle Rotze, sehr häufig mit andern Krankheitserscheinungen kombiniert auftritt. Am häufigsten begegnet man in nassen Jahrgängen einer Anzahl Zwiebeln, welche im Aufbewahrungsraume mit mäusegrauem, flockigem Überzuge, dem Zwiebelschimmel, *Botrytis cana* bedeckt sind. Die unter den schimmelbedeckten, äufseren Schuppen liegenden, saftigen, inneren Schuppen haben ein durchscheinendes Aussehen und geben einem Fingerdrucke bald nach. Die leichte Zerdrückbarkeit der glasigen Schuppe und die stellenweis

[1]) Centralbl. f. Bakt. u. Par. V, 1889, S. 535.
[2]) Migula (System der Bakt. II, 874) wählt den Namen *Bacillus Hyacinthi* (Heinz) Mig., was unzulässig ist.
[3]) Handb. d. Pflanzenkr. 2. Aufl. II, 103.

erfolgende, schmierige Erweichung derselben unter Entwicklung stechender, höchst übler Gerüche, bei denen die Buttersäure gut zu unterscheiden, geben in allen Kombinationen die Überzeugung von dem Vorhandensein des Rotzes. Wenn eine Zwiebel ausschliefslich von der Bakteriosis befallen, sieht man, dafs selbst die trockne, feste, äufserste Schale erweicht und verjaucht werden kann. Von dem ersten Ansteckungsherde aus schreitet die Verjauchung im Umkreise und auch in die Tiefe gehend, schnell vorwärts. Häufig bemerkt man um die verjauchten Stellen an den äufseren, trocknen Schuppen einen Rand von derselben Farbe, aber dunklerer Nuancierung als die gesunde Schale aufzuweisen hat; bei fleischroten Zwiebeln ist der Rand rot, bei unsern gewöhnlichen, holländischen Speisezwiebeln erscheint der Rand gelbbraun bis braun. Bei den im Boden erkrankten Exemplaren ist die rotzige Seite mit Erde verklebt und, von derselben befreit, eingesunken, schmutzig, nässend und die typische Zwiebelgestalt mehr oder weniger verlassend.

Dort, wo Luft zur Zwiebel im Boden leicht Zutritt hat, erscheint diese Zwiebel meist am Halse mit braunweifsen, flockigen Räschen oder schwammig-fleischigen, ockergelben oder bernsteinfarbigen, dendritisch verzweigten, bis 0,5 Millimeter hohen Pilzrasen bedeckt. Die Rasen bestehen aus farblosen Fäden, die untereinander stielartig verklebt sind und garbenartig pfriemenförmige Äste aussenden, an deren Spitze spindelförmige, etwas gekrümmte, drei- bis fünffächerige oder erst spitz ovale, noch scheidewandlose Konidien gebildet werden.

Um die natürliche Übertragung der Krankheit zu studieren, unternahm Sorauer eine Anzahl von Impfversuchen. Im Dezember wurde eine vollkommen gesunde, holländische, trockne Speisezwiebel auf eine rotzige Kartoffel bei Luftabschlufs aufgelegt und angedrückt. In 15 Tagen zeigte die Zwiebel an der Berührungsstelle eine zwei Millimeter tiefe, einen Centimeter breite jauchige Wunde. Der gewöhnliche Kartoffelrotz überträgt sich also auf die Zwiebel. Bei andern Versuchen mit derselben Zwiebelart, die sich durch ihren festen Bau auszeichnet, erwies sich die Schale erst nach neuntägiger Berührung mit einer rotzigen Kartoffel angegriffen.

Die mikroskopische Untersuchung ergab nun zwar das Vorhandensein von Bakterien, aber es fanden sich recht verschiedene Arten. Während bisweilen und namentlich zu Anfang reichlich eine Mikrokokkenbildung in scheinbar vollkommen geschlossenen Epidermiszellen auftritt, überwiegt bei fortschreitender Fäulnis die Kurzstäbchenform, unter denen nicht selten solche mit Sporenköpfchen an einem Ende sich vorfinden, während andere, breitere, mit Jod sich bläuende, zur Buttersäuregruppe zu rechnende in wechselnder Menge dazwischen liegen. Wenn die ganze Impffläche in eine grauschleimige Masse verwandelt ist, sieht man vorzugsweise äufserst zarte, sehr bewegliche, cylindrische Kurzstäbchen von durchschnittlich 2 μ Länge und sehr geringer Breite, die bei der Ruhe mit ihren Polenden in die Höhe stehen und dann den Eindruck von Mikrokokkenkolonien machen. Sehr selten sind längere, geschlängelte (Vibrio) oder gebrochene Fäden. Bei vermehrtem Luftzutritt waren längere Formen häufiger; es wurden Stäbchen ohne deutlich erkennbare Gliederung bis zu 10 und 16 μ Länge beobachtet.

Daraus ergibt sich mit Sicherheit, dafs wir es hier mit keiner einheitlichen Krankheit, sondern mit einer Rotzerkrankung zu tun

haben, bei der mehrere Bakterienarten beteiligt sind. Jedenfalls erfolgte die Ansteckung bei Wunden schneller als bei unverletzter Zwiebelhaut. Der Ursprung der angreifenden Bakterien ist in dem umgebenden Boden zu suchen, da sich bei normalen Zwiebeln, die dem Boden entnommen wurden, häufig an der Aufsenseite der Schale ähnliche Mikrokokken und Bakterienhaufen vorfanden.

Sorauer hat über die Ausbreitungsfähigkeit der Bakterien im Boden Versuche angestellt, aus denen hervorgeht, dafs von den Zwiebeln aus sich die Bakterien im Boden zentrifugal auszubreiten vermögen. Wahrscheinlich vollzieht sich die Verbreitung der verschiedenen Fäulnisbakterien in der Weise, dafs die organische Substanz irgendeines Pflanzenteiles bei Regenwetter ausgelaugt wird und diese organische Lösung vertikal und horizontal diffundiert, um sich bei dem Austrocknen an den mineralischen Bodengerüstteilen niederzuschlagen. Bei feuchter Luft wird dieser noch so dünne Überzug von den Bakterien verarbeitet und dabei vermehren sich dieselben mehr oder weniger reich. Bei erneuter Bewässerung verteilen sie sich horizontal im Boden weiter. Treffen sie auf lebendige Teile der Kulturpflanzen, so beginnt der ewige Kampf ums Dasein, der mit dem Siege des Stärkeren enden mufs. Wer der Stärkere in dem Kampfe ist, hängt von der Witterung und den übrigen für Parasit und Nährpflanze günstigen Bedingungen ab. Tritt anhaltend trübes Wetter mit zahlreichen Niederschlägen ein bei sommerlich warmer, gleichbleibender Temperatur, so erfolgt eine Depression der Tätigkeit der Nährpflanze, gleichzeitig mit reicher Vermehrung der Bakterien. Steht die Pflanze in einem schweren Boden, der das Wasser lange anhält, dann tritt durch die Überfüllung des Bodens mit Wasser Sauerstoffmangel und damit der günstige Zeitpunkt für die Angriffe des Buttersäurebakteriums auf, und es leiten sich die Rotzerscheinungen ein.

Folgt eine genügend lange, trockne Periode, so werden die Fäulniserscheinungen sistiert und die kräftiger wachsende Nährpflanze stöfst die äufseren, erkrankt gewesenen Teile ab.

Auch bei den Impfversuchen wollte es Sorauer scheinen, als ob der Grad der Wachstumsenergie sehr mafsgebend für die Erkrankungsfähigkeit des Organs ist. Wurden Zwiebeln, welche bereits in Nährstofflösung gewachsen und einen gesunden Wurzel- und Blattkörper entwickelt hatten, mit Bakterienschleim zusammengebracht, so wuchsen bisweilen wochenlang die gesunden Wurzeln in der rotzigen Masse umher, ohne zu erkranken, falls der Laubkörper kräftig in der Luft sich weiter entwickelte. Woher diese gröfsere Immunität kräftig vegetierender Organe gegen Fäulnisbakterien kommt, läfst sich vor der Hand nicht aufklären. Ob ein bei kräftiger wachsenden Pflanzen gröfserer Säuregehalt für die relative Immunität verantwortlich zu machen ist, wäre vielleicht möglich, bewiesen ist es bisher hierbei nicht.

Als Bekämpfungs- und Verhütungsmittel käme lediglich die möglichst reiche Durchlüftung und Trockenlegung des Bodens in Betracht.

In Nordamerika tritt der Rotz der Zwiebeln vielfach verheerend auf, namentlich in den östlichen Staaten. Die Fäulnis ergreift entweder die äufsern Zwiebelhüllen oder dringt von der Zwiebelkrone aus nach innen vor, wodurch dann ein oder mehrere Schalen zum Faulen gebracht werden können. Äufserlich sieht man diesen Zwiebeln nichts

an. Möglicherweise haben wir es hier auch mit einer Erkrankung zu tun, bei der nach vorhergehender Verwundung der Zwiebeln und darauffolgender übermäfsiger Bodenfeuchtigkeit harmlose Bodenbakterien zu Parasiten[1]) werden.

5. Die Bakteriosen der Iridaceen.

Besonderes Interesse für die Auffassung, dafs Saprophyten unter Umständen parasitisch auftreten können und also Gelegenheitsparasiten werden können, bietet eine Fäule der Rhizome und jungen Triebe von *Iris florentina* und *germanica*, welche C. J. J. van Hall[2]) studiert hat. Die Symptome der Krankheit sind folgende. Wenn im Frühjahr die jungen Schosse ausschlagen, so bleiben einige im Wachstum zurück, die Blattspitzen werden braun und vertrocknen. Allmählich stirbt der ganze Sprofs ab; das Alter der Schöfslinge kann sehr verschieden sein, es werden sowohl solche von wenigen Centimetern Länge als auch solche mit Blättern von 35 cm Länge ergriffen. Gewöhnlich ist der Schofs innerhalb acht Tage abgestorben. Die in der Erde befindlichen Teile, also die Blattbasis mit dem zugehörigen einjährigen Teil des Rhizoms, faulen und bilden eine weiche, breiige, gelb oder hellbraun gefärbte, geruchlose Masse. Gewöhnlich bleibt es bei dieser Ausdehnung der Krankheit, bisweilen aber werden auch die älteren Rhizomteile ergriffen und in einen zuletzt mehligen Brei verwandelt, den die intakte Korkschicht des Wurzelstockes umgibt; die Masse sieht gelbweifs aus und riecht muffig.

Die Isolierungsversuche aus einem Rhizom ergaben einen Organismus, der *Pseudomonas Iridis* genannt wurde. Da nach achtwöchentlicher Kultur die Pathogenität geschwunden war, so wurde von neuem aus einem Rhizom, das dieselben Krankheitserscheinungen, aber dabei einen schwachmuffigen Geruch zeigte, ein Organismus isoliert, der aber verschieden von dem ersten war und als *Bacillus omnivorus* bezeichnet wurde. Im folgenden Jahre wurde die Krankheit abermals untersucht und nun neben dem zweiten Bacillus noch ein *Pseudomonas fluorescens exitiosus* gefunden, während *P. Iridis* fehlte. Wurden wei vorgeschrittene Fäulnisstadien für die Reinkulturen verwendet, so gelang die Isolierung eines einzelnen Bacillus nicht, weil sich bereits viele andere Fäulniserzeuger eingefunden hatten.

Auf Schnitten sieht man, dafs *Bacillus omnivorus* die Zellen tötet, trennt und den nach aufsen diffundierenden Inhalt aufzehrt. Die Auflösung der Mittellamelle scheint erst nach Abtötung der Zellen zu erfolgen. Die Zellwände werden niemals durchbohrt, aber allmählich aufgelockert und von aufsen nach innen gelöst. Der Bacillus sondert ein Toxin ab, das durch Kochen und durch Einwirken von Chloroform zerstört, durch Alkohol niedergeschlagen wird. Durch sehr kurze Einwirkung von Chloroform oder Alkohol lassen sich die Bakterien in Kulturflüssigkeiten töten, dagegen das Toxin nicht vernichten, so dafs es leicht ist, mit solchen Flüssigkeiten zu zeigen, dafs das Toxin allein zelltötend wirkt.

---

[1]) Vgl. Stewart in New York Agr. Exp. Stat. Bull. 164, 1899 und Halsted in New Jersey State Agric. Exp. Stat. XI. Ann. Rep. 1890.

[2]) Bijdragen tot den Kennis der bakterieele plantenziekten, S. 116 und Das Faulen der jungen Schöfslinge und Rhizome von *Iris florentina* u. *germanica* usw. in Zeitschr. f. Pflanzenkr. XIII, 1903, S. 129.

Mit allen drei Bakterien sind Infektionsversuche in grofsem Mafsstabe gemacht worden, die immer zu einer Infizierung der Irisrhizome führten. *Bacillus omnivorus*, der häufigere Parasit, wurde sowohl auf Rhizomscheiben wie in Rhizome gebracht. Bei 27° wurden erstere in einem Tage zum Faulen gebracht, letztere in weniger als sieben Tagen; bei Zimmertemperatur war der Verlauf etwas langsamer. Die Empfänglichkeit war nicht bei allen Rhizomen gleich. Ebenso empfindlich wie Irisrhizome waren Radieschen, kleine Varietät von Möhren, Blumenkohl, junge Zwiebel- und Cichorientriebe, dagegen waren Kohlrüben, Rettig, Kartoffeln, grofse Varietät von Möhren weniger empfindlich. Noch resistenter waren Gurken, Tomaten und junge Kartoffeltriebe. Charakteristisch für diese Fäule ist ein eigentümlicher widerlicher Geruch.

Die Versuche mit *Pseudomonas Iridis* hatten dieselben Resultate, nur war die Wirkung etwas intensiver. So wurden auch Gurken zur Fäulnis gebracht, dagegen Kartoffeln und Tomaten selbst bei 27° nur in ganz geringem Grade. Ein Fäulnisgeruch tritt hier nicht auf. Genau ebenso verlaufen auch die Infektionen mit *P. fluorescens exitiosus.*

Bisher hat van Hall[1]) nur von den beiden ersten Bakterien Beschreibungen gegeben, von *P. fluorescens exitiosus* noch nicht. *Pseudomonas Iridis* ist ein 0,9 bis 1,5 μ langes und 0,8 μ breites Stäbchen, das einzeln oder zu zweit vorkommt. Die Bewegung geschieht durch eine polare, 10 bis 12 μ lange Geifsel. Temperaturen von 54 bis 55° sind tödlich, bei 25 bis 30° findet sehr schnelles Wachstum statt. Der Organismus ist fakultativ anaërob. Gelatine wird nicht verflüssigt. *Bacillus omnivorus* bildet 1,2 bis 3 μ lange und 0,4 bis 0,8 μ breite Stäbchen, die meist einzeln liegen und nur selten zu 2 bis 4 in Ketten verbunden sind. Er bewegt sich mit Hilfe von zahlreichen (etwa 10) 15 μ langen Geifseln. Die Tötungstemperatur liegt bei 50 bis 51°, bei 27° findet kräftiges Wachstum statt. Der Organismus ist aërob, Gelatine wird durch ihn verflüssigt. Die übrigen biologischen Eigenschaften finden sich am angeführten Orte genauer auseinandergesetzt.

Nach diesen Untersuchungen hätten wir es bei der Irisfäule nicht mit einer einheitlichen Krankheit zu tun, sondern wahrscheinlich mit einer Fäulnis, die von verschiedenen gelegentlichen Parasiten erzeugt wird und etwa unter dem gleichen Bilde verläuft. Wie bei allen Bakterienfäulen findet sich nur im ersten Stadium das Bild der Krankheit rein und ungetrübt, später wandern zahlreiche Fäulnisbakterien aus dem Boden ein und überwuchern meist die ursprünglichen Erreger der Fäule.

Erwähnt mag noch werden, dafs E. Heinricher[2]) bei den Rhizomen von *Iris pallida* eine Krankheit beobachtet hat, die wahrscheinlich mit der van Hall'schen identisch ist. Unter gewissen Umständen liefs sich die Fäule auch auf Kartoffeln übertragen.

6. Die Bakteriosen der Moraceen und Urticaceen.

Von mehreren Beobachtern wurde eine Bakteriose des Maulbeerbaumes[3]) untersucht, die namentlich in Italien und Frankreich

[1]) Bijdragen etc., S. 168.

[2]) Notiz zur Frage nach der Bakterienfäule der Kartoffeln in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XX, 1902, S. 156.

[3]) Cuboni e Garbini, Sopra una malattia del gelso in Rendic. Ac. Lincei, Roma VI, 1890; P. Voglino, Ricerche intorno alle macchie nere delle foglie del gelso in

häufig auftritt und vielen Schaden unter den Bäumen anrichtet. Von McAlpine[1]) wurde die Krankheit auch in Victoria nachgewiesen. An den Blättern der jungen Schosse oder der jungen Pflanzen treten anfangs helle, später braunschwarze Flecken von unregelmäfsigem Umrifs auf; wenn die Nerven, wie es häufig der Fall ist, davon mitbetroffen werden, so tritt eine Verbiegung des Blattes an dieser Stelle auf. Häufig finden auch Zerreifsungen der Blattlamina statt. Die Oberfläche der Zweige ist mit ovalen Erhöhungen besetzt, die anfänglich gewölbt und von hellbrauner Farbe sind, später aber im Zentrum einsinken und sich dunkler färben. Die Einsenkungen gehen oft so tief, dafs die Epidermis abgestofsen wird und das darunterliegende erkrankte Gewebe zum Vorschein kommt. Die Wunde frifst krebsartig um sich und zerstört den Holzkörper oft bis aufs Mark. Bei einseitiger Verwundung tritt meist Verkrümmung des Zweiges ein, bei rundumgehender stirbt er schnell ab. Bei feuchter Luft treten aus den kranken Gewebestellen schleimige Tropfen aus, die von Bakterien wimmeln; zwischen den erkrankten Zellen finden sich ebenfalls Bakterien in grofser Zahl.

Die Bakterien wurden isoliert und von Boyer und Lambert als *Bacterium Mori* bezeichnet, ein Name, der später von Macchiati in *Bacillus Cubonianus* umgeändert wurde. Der Bacillus ist etwa 1,5 bis 2 μ lang. Die unten genannten Autoren haben Infektionsversuche gemacht, doch sind die Resultate noch zu unvollständig, als dafs sie einen Schlufs zuliefsen, dafs der Bacillus wirklich die Primärursache der Krankheit ist. Man hat nun diesen Bacillus mit dem der Schlaffsucht der Seidenraupen (Flacherie) in Verbindung bringen wollen und hat dahingehende Infektionsversuche an Seidenraupen vorgenommen. Diese Versuche sind nur zum Teil gelungen, aber die erzeugte Krankheit glich der Schlaffsucht nicht[2]). Es ist deshalb wohl sicher, dafs die Erreger der beiden Krankheiten durchaus verschieden sind.

Zur Bekämpfung der Krankheit läfst sich nur die Vernichtung aller erkrankten Sprosse empfehlen. Mit Spritzmitteln ist nichts auszurichten.

F. Cavara[3]) hat ebenfalls eine Bakterienkrankheit des Maulbeerbaumes studiert, die sich an den jungen Pflanzen in grofsen Krebsentartungen auf den Zweigen zeigten. Diese Krebsstellen sind flachgedrückt und von schwarzbrauner Farbe. Auf den Blättern treten schwarze Flecken auf, die zusammenfliefsen, wobei gleichzeitig die Spreite einschrumpft. Die bakteriologische Untersuchung gab zwei Arten von Bakterien, das eine identifiziert er mit dem Erreger des Malnero am Weinstock, obwohl einige Unterschiede sich finden, das andere beschreibt er unter dem Namen *Bacillus Mori carneus* als neu. Ob dieser zweite Organismus überhaupt mit der Krankheit etwas zu

---

Coltivatore XL, 1894 n. 39; L. Macchiati, Sulla biologia del *Bacillus Cubonianus* in Malpighia V, 1892, S. 289; G. Boyer et F. Lambert, Sur deux nouvelles maladies du Mûrier in Compt. rend. LXVII, 1893, S. 342; V. Peglion, Bacteriosi del gelso in Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. III, 1897, S. 10.

[1]) Bakterienkrankheit der Maulbeerbäume in Zeitschr. f. Pflanzenkr. VIII, 1898, S. 142.

[2]) V. Peglion, Bacteriosi del gelso in Bollett. di Entom. agrar. e Patol. veget. V, 1898, S. 3.

[3]) Intorno alla eziologia di alcune malattie di piante coltivate in Le stazioni sperim. agrar. ital. XXX, 1897, S. 482.

schaffen hat, erscheint höchst fraglich. Dagegen erscheint es kaum zweifelhaft, dafs CAVARA dieselbe Krankheit vor sich gehabt hat wie die früheren Untersucher, obwohl er zu einer abweichenden Meinung über den Erreger gelangt.

V. PEGLION[1]) beschäftigte sich mit einer Bakteriose des Hanfes. Am Stengel treten zahlreiche unregelmäfsig ovale, etwas vorspringende, weifsgraue Flecken mit rissiger Oberfläche auf. In der Querausdehnung nehmen sie selten bis die Hälfte des Stengels ein, während ihre Länge 10 cm betragen kann. Werden die Stengelstücke feucht gehalten, so treten gelbe, leicht getrübte Tröpfchen hervor, welche aus Bakterienzooglöen bestehen. Auf den Blättern gibt sich die Krankheit durch schwarze Flecken zu erkennen, die das Blattgewebe durchlöchern. Wenn die Blattrippen zerstört werden, so erfolgt eine Kräuselung der Spreite. Die Krankheit heifst in Italien Brusone.

An den Stengelflecken erweist sich das Gewebe bis zum Holzkörper hin abgestorben. Im Rindenparenchym befinden sich zahlreiche Lücken, in deren Umfang die Zellen stark degeneriert sind. Hier sitzen in den Lücken und in den erkrankten Zellen die Bakterien in unregelmäfsigen Zooglöenmassen.

Die isolierten Bakterien ähneln sehr dem *Bacillus Cubonianus* des Maulbeerbaumes. Die Stäbchen sind selten über 1,5 μ lang und bilden oft Ketten. In Kulturen auf Kartoffelscheiben bildet der Bacillus gelbe, unregelmäfsig klebrige Flecken, die mit zunehmendem Alter immer dunkler werden; er gleicht hierin dem *Bacillus Cubonianus*. Gelatine wird verflüssigt. Infektionsversuche sind nicht angestellt worden.

7. Die Bakteriosen der Chenopodiaceen.

Beinahe gleichzeitig hatten im Jahre 1891 E. KRAMER[2]) und P. SORAUER[3]) eine Krankheit der Futterrüben (*Beta*) studiert, die in Slavonien aufgetreten war und einen nicht unbeträchtlichen Schaden angerichtet hatte. Die Krankheit äufserte sich zuerst in einer rotbraunen, später schwarzbraunen Verfärbung der Gefäfsbündel. Die Rüben schrumpften dann später ein, und nach der Ernte begann auch die Erkrankung der Pfahlwurzel. Beim Durchschneiden ergofs sich aus den gebräunten Stellen ein dicker, gummiartiger Saft; zuletzt war der ganze Rübenkörper braun. Das Parenchym war verschwunden und nur die Gefäfsbündel blieben als schwarze Fäden übrig. Sowohl in dem Safte wie in den sich zersetzenden Parenchymzellen fanden sich Bakterien in grofser Menge vor. KRAMER nannte die Krankheit „Bakteriosis", SORAUER „bakteriose Gummosis". Später hat dann B. FRANK[4]), der auf die Unzulässigkeit der SORAUER'schen Benennung hinweist, den Namen „Rübenschwanzfäule" vorgeschlagen, der heute meist in Gebrauch ist.

Die Symptome der Krankheit bei den Zuckerrüben sind folgende. Die Rübenpflanzen zeigen äufserlich ein Gelbwerden und Abwelken der erwachsenen Blätter. Das Schwanzende der Rübe erweist sich

[1]) Eine neue Krankheit des Hanfes in Zeitschr. f. Pflanzenkr. VII, 1897, S. 81 und La bacteriosi della canepa in Rendic. Ac. dei Linc. XI sem. 2. 1902, S. 32.

[2]) Die Bakteriosis der Runkelrübe, eine neue Krankheit derselben in Öster. landw. Centralbl. 1891, S. 30.

[3]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. I, 1891, S. 360, II, S. 280.

[4]) Kampfbuch, S. 144.

als abgestorben, ist schwärzlich oder bläulichgrau, stark verwelkt und verschrumpft. Die Rübe stirbt also von unten her bis zu ihrem Hauptkörper und auch höher hinauf ab. Nicht blofs in dem abgestorbenen Teil der Rübe, sondern auch im Innern der Gefäfse und der angrenzenden Zellen des gesunden Teiles finden sich die Bakterien. Diese Erscheinungen zeigen sich im Juli oder August, häufig aber sogar erst in den Rübenmieten.

Der von Kramer studierte Organismus, den W. Migula[1]) *Bacillus Betae* nennt, bildet dicke Stäbchen mit abgerundeten oder zugespitzten Enden, die meist 1,3 bis 2 μ lang und 0,7 bis 1 μ breit sind. Meist liegen sie einzeln, seltener kommen sie zu zweien oder in Ketten vor. Gelatine wird nicht verflüssigt, auf Rüben entstehen braune, schleimige Auflagerungen mit stark saurer Reaktion.

Wahrscheinlich hat A. Stift[2]) im Jahre 1892 dieselbe Krankheit vor sich gehabt; in den folgenden Jahren konstatierte sie Sorauer auch für die Rübengegenden Deutschlands, und Frank fand sie noch häufiger. Damit ist ihr allgemeines Vorkommen in den Rübendistrikten Mitteleuropas, Belgiens bis nach Rumänien hin bewiesen. In Indiana haben J. C. Arthur und K. E. Golden[3]) eine ähnliche, vielleicht sogar dieselbe Krankheit beobachtet; allerdings haben sie eine viel weitere Verbreitung der Bakterien innerhalb der Pflanzen konstatiert, indem sie sogar das Blattparenchym mit Bakterien durchsetzt fanden.

Die verhängnisvollste Beschädigung, die den Zuckerrüben durch die Bakterien zugefügt wird, ist die Inversion des Rohrzuckers, die auch bei der amerikanischen Krankheit festgestellt wurde. Auf Veranlassung Sorauer's hat sich dann W. Busse[4]) näher mit der Rübenschwanzfäule beschäftigt und mehrere Bakterienarten studiert, die er dabei gefunden hat. Aus dem Material verschiedener Herkunft isolierte Busse drei Bakterienarten, die er mit *Bacillus* α, β, γ bezeichnet; davon fafst er α und γ als Varietäten derselben Art, vielleicht sogar als identisch auf, während β eine gute Art darstellt. Migula[5]) hat später die beiden Arten als *Bacillus lacerans* (= *Bac.* α) und *B. Bussei* (= *Bac.* β) bezeichnet. *B. lacerans* ist stark beweglich, 1,75 bis 2 μ lang und 0,8 bis 0,9 μ breit, die Enden sind abgerundet. Oft hängen zwei Stäbchen zusammen. Gelatine wird nicht verflüssigt. Das Hauptmerkmal ist eine starke Gasproduktion, wodurch Rohrzucker-Pepton-Agar vollständig zerklüftet wird. *B. Bussei* sieht ähnlich aus, ist 1,5 bis 1,75 μ lang und 0,7 bis 0,8 μ breit. Diplobakterien häufig, Fadenbildung seltener. Die Zellen sind ebenfalls lebhaft beweglich, in Stichkulturen in Gelatine wird Gas erzeugt. Das Wachstum geht bei 12 bis 14° besser vor sich als bei höherer Temperatur. Auf Zuckerrübenscheiben werden weifsliche, fadenziehende Kolonien gebildet, die nach einigen Tagen schwach sauer riechen.

Mit *B. Bussei* wurden Infektionsversuche bei gesunden Rüben angestellt. Die Rüben wurden unter den notwendigen Vorsichts-

---

[1]) System der Bakterien II, 779.

[2]) Österr.-Ung. Zeitschr. f. Zuckerindustr. u. Landwirtsch. 1892, S. 920; Zeitschr. f. Pflanzenkr. X, S. 6.

[3]) Diseases of the sugar beet root in Purdue Univ. Agric. Exp. Stat. Bull. Nr. 39, 1892.

[4]) Bakteriologische Studien über die Gummosis der Zuckerrüben in Zeitschr. f. Pflanzenkr. VII, 1897, S. 65.

[5]) System der Bakt. II, 779, 780.

mafsregeln angestochen, mit einer Reinkultur infiziert und dann wieder in den Boden eingesetzt. Nach Verlauf des Sommers wurden sie dann herausgenommen und bei allen die Schwanzfäule festgestellt. Aus allen erkrankten Exemplaren wurde *B. Bussei* wieder isoliert. Die Wirksamkeit von *B. lacerans* und *B. γ* ist noch nicht studiert, so dafs hier die empfindlichste Lücke der Untersuchung sich befindet. In welchem Verhältnis die BUSSE'schen Bakterien zu denen von KRAMER und ARTHUR stehen, läfst sich vor der Hand nicht feststellen.

Da kaum anzunehmen ist, dafs die Bakterien sich einen Weg in die gesunde Rübe bahnen, so hat man den äufseren Ursachen nachgeforscht, die die Pflanzen für die Infizierung vorzubereiten imstande sind. Zur Lösung dieser Frage hat P. SORAUER[1]) Feldversuche mit erkrankten Rüben angestellt, aus denen hervorgeht, dafs die Zuckerrüben ohne Gefahr einer gummosen Erkrankung sehr grofse Mengen stickstoffreichen Düngers vertragen können, wenn sie während der Vegetationsperiode reichlich Wasser zur Verfügung haben. Wenn dagegen eine längere heifse Trockenperiode das Wachstum der Rübe etwas herabdrückt, so begünstigen überreiche Stickstoffmengen die Ausbreitung der Krankheit wesentlich. Während Kalk und einseitige reiche Stickstoffzufuhr die Erkrankungen begünstigen, hemmt sie ein Phosphorsäurezusatz. Daraus dürfte hervorgehen, dafs SORAUER recht hat, wenn er Bewässerungsanlagen für die Rübenfelder fordert.

G. G. HEDGCOCK und H. METCALF[2]) haben eine Bakteriose der Zuckerrübe in Nebraska, Arizona und Colorado beobachtet, die kaum mit der Rübenschwanzfäule identisch ist. Die Fäule beginnt bei der Rübenspitze und schreitet gegen den Rübenkopf vorwärts. Die Blätter beginnen erst abzusterben, wenn die Rübe gänzlich verfault ist; Würmer und Milben fressen die faulenden Teile meist vollständig auf. Das Parenchym wird zuerst zerstört, so dafs sich grofse Höhlungen bilden; die Gefäfse verfärben sich, in den letzten Stadien der Krankheit zeigen die noch vorhandenen Gewebe eine rötlich-schwarze Verfärbung, die an der Luft ins Schwarze übergeht. Die heraussickernde Flüssigkeit ist farblos und riecht stark nach Essigsäure. Der Organismus wurde isoliert und zeigte sich als unbewegliches, 1,5 bis 3 μ langes und 0,8 μ breites Stäbchen. Auf rohrzuckerreichen Nährböden gedeiht das Bakterium und invertiert den Rohrzucker, Farbstoff und Gas werden nicht produziert. Trotz der Ähnlichkeit mit dem von KRAMER beschriebenen Bacillus haben wir es doch wohl mit einem Organismus zu tun, der bisher noch nicht beschrieben wurde. Man wird zur Beurteilung die weiteren Mitteilungen der beiden Autoren abwarten müssen. Die Krankheit tritt gewöhnlich auf nassen Böden auf; auch beim Einmieten der Rüben war sie nicht selten.

Bleiben also, wie wir gesehen haben, selbst bei der einigermafsen genau bekannten Rübenschwanzfäule noch recht viele dunkle Punkte zur Aufhellung übrig, so ist das noch mehr der Fall mit einigen andern bakteriellen Erkrankungen, die hier angeschlossen werden sollen.

Verfolgt man die Keimung von Rübensamen, so findet sich stets

---

[1]) Feldversuche mit Rüben, welche an der bakteriosen Gummosis leiden in Zeitschr. f. Pflanzenkr. VII, 1897, S. 77; ferner: Blätter f. Zuckerrübenbau 1897, S. 81; 1898, S. 39. Keine scharfen Resultate ergaben die Versuche von DÖRING, Die bakteriose Gummosis der Zuckerrüben in Blätter f. Zuckerrübenbau 1896, S. 17.

[2]) Eine durch Bakterien verursachte Zuckerrübenkrankheit in Zeitschrift f. Pflanzenkr. XII, 1902, S. 321.

ein gewisser Prozentsatz der gekeimten Pflänzchen von irgendwelchen Pilzen geschädigt oder getötet. Als Sitz dieser Infektionserreger ist die schleimige Oberflächenschicht der Samen, die Rübenknäule, anzusehen, in denen sich die Keime befinden, um bei günstigen Bedingungen auf das auskeimende Pflänzchen überzugehen. Aufser einer ganzen Zahl von Fadenpilzen hat G. LINHART[1]) auch viele Bakterien gefunden, die folgenden Arten angehörten: *Bacillus subtilis, B. mesentericus vulgatus, B. liquefaciens, B. fluorescens liquefaciens* und *B. mycoides*. Den letztgenannten Bacillus macht LINHART hauptsächlich für das Entstehen der Bakteriose verantwortlich, ohne indessen einen vollwichtigen Beweis dafür anführen zu können. J. STOKLASA[2]) stellte ähnliche Untersuchungen an und fand aufser den genannten Bakterien noch *Bacterium vulgare* und *Bacillus butyricus*. Er wies an sterilisierten Rübensamen nach, dafs die Keimlinge durch Reinkulturen der genannten Bakterien krank gemacht werden können, aber mit verschiedener Empfänglichkeit gegen die einzelnen Arten. Dabei zeigte sich der *Bacillus mycoides* am gefährlichsten, ihm kam *Bacterium vulgare* fast gleich. Gegen diese Infektionen von der Samenschale her hilft nun sehr gut das Beizen der Samen mit desinfizierenden Stoffen. HILTNER empfiehlt Schwefelsäure, STOKLASA die Phosphorsäure.

Es möge noch kurz auf zwei Erkrankungen hingewiesen werden, die wohl beide grofse Ähnlichkeit mit der Schwanzfäule haben, aber noch keinen sicheren Schlufs auf den Erreger gestatten. Die eine Untersuchung rührt von R. FÜRTH und A. STIFT[3]) her. Es wurden lebhaft bewegliche, bis 4 μ lange und 0,9 bis 1 μ breite Stäbchen isoliert, die immer zu zwei beisammen lagen, von gemeinsamer Kapsel eingeschlossen. Geifseln sind zahlreich vorhanden. Rohrzucker wurde in Fleischpeptongelatine völlig zersetzt. Gas wurde nicht entwickelt. Das Wachstum erfolgte äerob und anäerob. Auf Rüben wurden schleimige Ausflüsse von dunkler Farbe an den Stichkanälen gefunden, auf Kartoffeln fand kein Wachstum statt.

Endlich hat G. LINHART[4]) noch eine Rübenkrankheit beschrieben, die er „kalifornische Rübenkrankheit" nennt; ihre Ätiologie ist noch nicht ganz aufgeklärt. Die Krankheit tritt in Kalifornien etwa seit 1899 auf und verursacht 50 bis 100 %igen Schaden. Die Rüben bleiben in ihrem Wachstum stark zurück und entwickeln radieschenartige Zwerggebilde. Charakteristisch ist die Bildung von Faserwurzeln, welche den ganzen Rübenkörper und meist auch den Schwanz filzartig überziehen. Die Blätter bleiben klein und sterben von aufsen bis nach dem Herz allmählich ab, indem sie zuerst gelb, dann braun, schwarz und faulig werden oder abtrocknen. Das Rübenfleisch ist dunkel gefärbt in Form konzentrischer Ringe; aus den Gefäfsen tritt

---

[1]) Krankheiten der Rübensamen in Centralblatt f. Bakt. u. Par. 2. Abt. V, 1899, S. 221; vgl. Öster. Ung. Zeitschr. f. Zuckerindustr. u. Landwirtsch. 1889, S. 15, 145.

[2]) Welchen Einflufs haben die Parasiten der Samenknäuel auf die Entwicklung der Zuckerrübe in Centralbl f. Bakt. u. Par. 2. Abt. V, S. 720; vgl. l. c. IV, 1898, S. 687, und Zeitschr. f. Zuckerindustr. in Böhmen XXIII, 1899, S. 646.

[3]) Weiterer Beitrag zur Bakteriose der Zuckerrübe in Mitteil. d. chem.-techn. Versuchsstat. d. Central-Ver. f. Rübenzuckerindustrie in Öster.-Ung. Mon. CXXI, 1900, S. 14; ferner: A. STIFT, Einige Mitteilungen über die Bakteriose der Zuckerrüben in Zeitschr. f. Pflanzenkr. X, 1900, S. 5.

[4]) Die kalifornische Rübenkrankheit in Öster.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. XXX, 1901, S. 26.

ein dunkler Saft hervor, der an der Luft tintenschwarz wird. Neben diesen dunkelgefärbten Rüben kommen auch zähe, holzartige vor, deren Fleisch lederartig ist. In allen dunkler gefärbten Teilen wurden massenhafte Bakterien gefunden, die etwa 1,5 bis 2 μ lang und 0,8 bis 1 μ breit sind. Da die erkrankten Rüben nur als Alkoholmaterial untersucht werden konnten, so war es nicht möglich, irgendwelche Untersuchungen über die Bakterien anzustellen. Trotz des verschiedenen äufseren Bildes der Krankheit handelt es sich doch wohl nur um die Rübenschwanzfäule. LINHART nimmt die gefundenen Bakterien als Ursache an, macht aber in erster Linie für die Erkrankung die grofse Wärme des Bodens, den Mangel an genügender Feuchtigkeit und an löslichen Nährstoffen im Untergrund dafür verantwortlich. Rationelle Düngung, vielleicht auch Kalkung, genügende Feuchtigkeit, rationelle Fruchtfolge und Beizung der Samen mit 2 %iger Kupfervitriollösung werden als Gegenmittel empfohlen.

Eine andere Bakteriose, welche die Blätter betrifft, haben E. PRILLIEUX und G. DELACROIX[1]) untersucht. Die als „Jaunisse" bekannte Krankheit tritt im nördlichen Frankreich verderblich auf und äufsert sich zuerst dadurch, dafs die Blätter schlaff werden und bleiche, durchscheinende Flecken zeigen. Die Blätter trocknen dann ein und bekommen eine gelbliche Farbe. Die Rüben bleiben klein, ihr Zuckergehalt bleibt aber normal. Im zweiten Jahre bringen sie trotz der Erkrankung Samen. Im kranken Gewebe finden sich zahlreiche kurze, tonnenförmige Bakterien. Versuche mit Reinkulturen wurden nicht gemacht, dagegen wurden gesunde Pflanzen durch erkranktes Gewebe infiziert. Die Übertragung der Krankheit erfolgt vielleicht mittels der Samen.

Es bleibt nun noch übrig, die Schorfkrankheit der Rüben zu besprechen, die allerdings in ihrer Ätiologie noch nicht vollständig aufgeklärt ist. Wie bei der später zu behandelnden Kartoffel, so treten auch auf der Oberfläche der Rüben schorfartige Stellen auf, die entweder nur kleine, isolierte, flachliegende Inseln oder aber auch grofse muldenförmige Vertiefungen bilden können. Bei der ersteren, zugleich der leichteren Art der Erkrankung, wird die Gestalt der Rübe nicht verändert, da die Schorfstellen nur an der Oberfläche bleiben. Bei der zweiten Art dagegen treten tiefgreifende Umänderungen des Rübenkörpers auf. Die vertieften Schorfstellen sind mit brauner, rissiger Borke bekleidet und erstrecken sich entweder an einer oder zwei gegenüberliegenden Stellen der Rübe oder umgreifen sie gürtelförmig. Danach treffen wir flachgedrückte oder gürtelförmig eingeschnürte Rüben. Diese gürtelförmige Einschnürung kann so weit gehen, dafs der obere Rübenkopf von dem Schwanzende vollständig abgeschnürt wird; der Name „Gürtelschorf" ist deshalb für diese schwerste Art der Erkrankung sehr bezeichnend. Bei Einschnürung in mehreren gegeneinander vorspringenden Rändern kann man auch von „gezontem Tiefschorf" sprechen, wie P. SORAUER die Erkrankung bezeichnet hat[2]).

Betreffs der Ursachen dieser Krankheit gehen die Meinungen aus-

---

[1]) La jaunisse, maladie bactérienne de la Betterave in Compt. rend. CXXVII, 1898, S. 338.

[2]) Der gezonte Tiefschorf der Rüben in Zeitschr. d. Ver. d. Deutsch. Zuckerindustrie, Bd. 49, Heft 527.

einander. Bisweilen, aber nicht regelmäfsig, finden sich in den Schortstellen Pilzhyphen, wie schon B. FRANK zeigte, manchmal auch Bakterien, die P. SORAUER als Ursache ansieht. Der letzte Beobachter, F. KRÜGER[1]), fand dagegen äufserst feine Fäden, die er mit der bei THAXTER beim Kartoffelschorf beobachteten *Oospora scabies* in Vergleich stellt. Es wurden, unter Beobachtung aller Vorsichtsmafsregeln, aus den Schorfstellen, sechs Arten von *Oospora* isoliert und in Reinkultur genommen: *Oospora cretacea* Krüg., *O. rosella* Krüg., *O. intermedia* Krüg., *O. tenax* Krüg., *O. nigrificans* Krüg. und *O. violacea* Gasperini[2]). Von den Reinkulturen wurden mit den beiden erstgenannten Arten Übertragungen auf gesundes Rübengewebe angestellt, die aber nur insofern positiv ausfielen, als durch sie bewiesen wurde, dafs die Pilze das gesunde Gewebe nur anzugreifen vermögen, wenn es vorher seiner Widerstandsfähigkeit beraubt war. Deshalb sind die genannten Pilze nicht als Ursache des Schorfes anzusehen, sondern nur als Wundparasiten. Vielleicht wird der Schorf erzeugt durch den Frafs von Enchytraeiden (Oligochaeten); in die Wundstellen würden dann erst Oospora und andere Pilze einwandern. Jedenfalls kann bis jetzt die Schorfkrankheit nicht als völlig aufgeklärt gelten.

8. Die Bakteriosen der Cruciferen.

Im Jahre 1895 beschrieb L. H. PAMMEL[3]) eine Krankheit der weifsen Rübe (Rutabaga, *Brassica campestris*), die er seit 1892 bei Ames in Jowa beobachtet hatte. Als Ursache erkannte er einen Bacillus, den er rein kultivierte und *B. campestris* nannte. Später hat sich dann E. F. SMITH[4]) mit der Krankheit genauer beschäftigt und hat besonders eingehend die Art der Infektion studiert. Nach seinen Arbeiten ist die folgende Darstellung der Braunfäule des Kohles gegeben.

E. F. SMITH beobachtete die Krankheit 1896 bei Baltimore an weifsen Rüben (*Brassica campestris*). Die Aufsenseite der Rüben war gesund, innen dagegen zeigten sich braune Flecken oder das ganz Innere war braun und hohl. Das Gewebe des Centralcylinders schwindet aber nicht vollständig, sondern läfst einzelne radiäre Streifen stehen; es wird also das Parenchym, das sich zwischen den Mark-

[1]) Untersuchungen über den Gürtelschorf der Zuckerrüben in Arbeit. a. d. Biol. Abteil. f. Land- u. Forstwirtsch. am Kais. Ges.-Amt. IV, 1904, S. 254.

[2]) Die sowohl von THAXTER wie von KRÜGER zur Oospora gerechneten Pilze gehören keinesfalls in diese Gattung im Sinne SACCARDO's. Wegen ihrer sehr feinen Hyphen und ihrer baldigen Zerteilung in Oidien stehen alle diese Arten viel näher in Verbindung mit den Arten von *Actinomyces*, die tierpathogen sind. Da der Name *Oospora* ganz zu Unrecht von LEHMANN und NEUMANN für *Actinomyces* eingesetzt ist, so hätte eigentlich kein Grund für KRÜGER vorliegen sollen, die Namen zu ändern, zumal auch die Monographen von *Actinomyces*, LACHNER-SANDOVAL und NEUKIRCH, sich für seine Beibehaltung entschieden haben. Ich selbst halte vorläufig so lange an den Namen *Actinomyces* fest, bis die Gattung definitiv in ihre heterogenen Elemente zerlegt ist, die dann mit neuen Gattungsnamen belegt werden müssen. Da *Actinomyces* zu den zweifelhaften Schizomyceten gerechnet wird, so rechtfertigt sich damit die Anführung der Schorfkrankheit an dieser Stelle.

[3]) Bacteriosis of Rutabaga in Jowa Agricult. College Experim. Stat. Bull. 27. Ames 1895, S. 130.

[4]) *Pseudomonas campestris*, the cause of a brown rot in cruciferous plants in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Ab. III, 284; The effect of Black Rot on Turnips in U. S. Dep. of Agric., Bur. of Plant Industry Bull. 29. Washington 1903; *Pseudomonas campestris*. Die Ursachen der Braun- oder Schwarz-Trockenfäule des Kohls in Zeitschr. f. Pflanzenkr. VIII, 1898, S. 134.

strahlen befindet, zuerst zerstört und aufgelöst. Meist beschränkte sich die Erkrankung auf den Centralcylinder, seltener war auch die innere Rindenpartie davon ergriffen. Der braune Teil der Wurzel war dicht mit Bakterien angefüllt, zeigte aber nur eine mäfsige Verjauchung. Wenn die Krankheit noch weiter fortschreitet und das ganze Innere mehr oder weniger aushöhlt, so wird das Gewebe noch trockner, und man kann dann wohl von einer Trockenfäule sprechen. Die Rüben blieben in der Form wie Mohrrüben und nahmen nicht die gewöhnliche kuglige oder etwas flache Form an. Die Blätter zeigten keinerlei Erkrankung. Gleichzeitig kam auch Weifskohl (cabbage) zur Beobachtung, der in den Stengeln braune Verfärbungen des Gefäfsbündelringes aufwies; auch die Blattspurstränge waren gebräunt. Am charakteristischsten war aber die Erkrankung der Blätter. Sie besitzen nämlich hellbraune oder braungelbe Flecken, in denen die Adern dunkler, fast schwarz gefärbt hervortreten. Auch hier zeigen sich auf Querschnitten die Gefäfsbündel gebräunt oder geschwärzt, mit sehr vielen Bakterien im Innern. Unter allen Vorsichtsmafsregeln wurde aus den Bakterienansammlungen in beiden Fällen ein Organismus isoliert, der dem von Pammel beschriebenen *Bacillus campestris* entsprach und der wegen des Vorhandenseins einer polaren Geifsel in die Gattung *Pseudomonas* gestellt wurde.

Das verschiedene Aussehen der beiden Krankheitserscheinungen führte zu einer experimentellen Prüfung hinsichtlich der Identität ihres Erzeugers. Diese wurde durch ausgedehnte Kulturversuche der beiden Kohlbakterien auf verschiedenen Kohl- und Rübenarten festgestellt. Die Übertragungen liefsen sich erfolgreich auf Weifskohl, Wirsingkohl und Blumenkohl (*Brassica oleracea*), weifse Rüben (*Br. campestris*), Raps (*Br. Napus*), *Brassica nigra* und Radieschen (*Raphanus sativus*) vornehmen und zeigten immer dasselbe typische Krankheitsbild in Blatt oder Wurzel. Die Infektionen wurden sowohl am Blatt wie an der Wurzel vorgenommen; wurde nur jenes infiziert, so trat bisweilen auch die Braunfäule in den Wurzeln auf. Die Infektionen wurden mit einer feinen Nadel vorgenommen, die nur ganz geringe Verletzungen hervorbrachte. Bei der Stamminfektion ging die Erkrankung von einer Bräunung in der Nähe des Stichkanales aus, bei den Blättern traten an der Infektionsstelle gelbliche, schlaffe Flecken mit braunen Äderchen auf (Fig. 6, *1*). Bei starker Ausbreitung der Erkrankung blieben die Bakterien nicht auf die Blattbündel beschränkt, sondern gingen auch in das Parenchym über. Die Blätter wurden zuletzt welk und fielen ab, namentlich dann, wenn die Blattstiele erkrankt waren. Die Bakterien wanderten also von den Blättern her durch den Blattstiel bis in den Stamm oder Wurzel (Fig. 6, *2*, *3*) und können dann wieder vom Stamm her andere Blätter anstecken.

War somit bewiesen, dafs alle diese Braunfäulen der verschiedenen Kohlarten eine einheitliche Krankheit mit spezifischem Erreger darstellten, der sich künstlich übertragen läfst, so fehlte noch der Beweis, wie die Übertragung in der Natur erfolgt. Da Smith seine Experimente im Gewächshaus vornahm, so bot sich ihm als natürlicher Überträger die Nacktschnecke *Agriolimax agrestis*. Die Tiere wurden kurze Zeit in eine Reinkultur des *Pseudomonas* getan und dann gegen Abend unter einer Glasglocke auf die gesunden Pflanzen gesetzt. Von den geringen Frafsstellen gingen dann nach 12 bis 28 Tagen die ersten Spuren der Erkrankung aus. Für das Feld kommt wohl als Über-

trager die Raupe des Kohlweifslings in Betracht. Danach also bedarf es Verletzungen an der Pflanze, um dem Pilze das Eindringen in das Gewebe zu ermöglichen. Es mufste nun noch bewiesen werden, dafs es dem Pilze auch möglich ist, in das unverletzte Blatt einzudringen und dort die Krankheit zu erzeugen. Die Möglichkeit dafür lag vor, weil einige Blätter Infektionen zeigten, die vom äufsersten Rande ausgingen. Es läfst sich nun leicht zeigen, dafs die dort be-

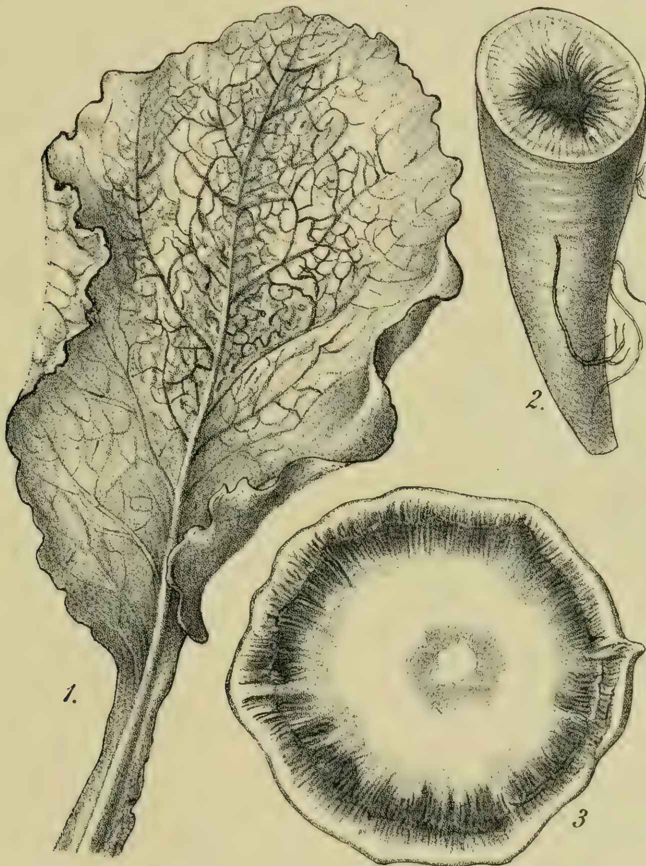


Fig. 6. Braunfäule des Kohles durch *Pseudomonas campestris*.
1 Kohlblatt mit dem charakteristischen schwarzen Adernetz. *2* Querschnitt durch einen erkrankten Stengel. *3* Kranke Wurzel. (Alles nach E. F. SMITH.)

findlichen Wasserporen die Ausgangsstellen dieser marginalen Infektionen sind. Die Versuche ergaben, dafs sich die Infektion leicht vollziehen läfst, wenn über den Wasserporen Wassertröpfchen stehen. Damit ist also bewiesen, dafs die Braunfäule des Kohls eine primäre Bakterienerkrankung und nicht eine sekundäre Infektion ist.

Nun ist es leider bisher nicht möglich gewesen, den Weg, den die Bakterien von der Wasserspalte bis zum Gefäfsbündel nehmen, genauer zu verfolgen. Aus diesem Grunde erscheint es A. FISCHER[1])

[1]) Vorlesungen über Bakterien. 2. Aufl. S. 276.

noch nicht über allen Zweifel erhaben, ob hier eine primäre Erkrankung vorliegt und nicht vielmehr doch bloſs Wundinfektion. Ein weiterer Grund, den A. FISCHER gegen die Parasitennatur der *Pseudomonas campestris* ins Feld führt, sei hier mit seinen eignen Worten wiedergegeben[1]): „Die Ernährung der in die Spalten eingedrungenen Bakterien kann nur gering sein, viel zu schwach, um dem schwierigen Angriff auf die verholzte Wand der Tracheiden, die den Eintritt in die Gefäſslumina versperrt, ein eines tüchtigen Parasiten würdiges Tempo zu verleihen. Der aus den Poren hervorgepreſste Saft von *Brassica cretica* enthält insgesamt 0,1 % Trockensubstanz, darunter 4/10 Aschenbestandteile .... Man denke sich, daſs der Wind zwei bis drei staubtrockene Keime der Pseudomonas in einen solchen Tropfen weht. In bester Nährlösung erwachen trockene Keime erst nach sieben Stunden aus ihrer Ruhe und fangen an zu wachsen, um wieviel länger wird es dauern, bis der nahrungsarme Tropfen sie erweckt, bis sie sich so vermehrt haben, daſs eine Enzymwirkung auf die Umgebung ausgeübt werden kann."

Die Bakterien haben ihren Hauptsitz in den Gefäſsbündeln, wo sie auch ihre Wanderungen von einem Teile der Pflanze zum andern vornehmen. Die groſsen Gefäſse sind von ihnen vollständig vollgepfropft, doch gehen sie von da aus auch in das Parenchym über. Ihre zerstörende Tätigkeit beschränkt sich zuerst auf eine Trennung der Parenchymzellen voneinander, danach werden dann die Zellwände zerstört und vollständig vernichtet. Zuletzt entstehen im Parenchym, ebenso auch im Holzring Lücken und groſse Löcher, in denen sich nur noch braune Massen, die aus Zellresten, Farbstoff und Bakterien bestehen, vorfinden. Danach hat also der Organismus die Fähigkeit, Cellulose zu lösen.

Der sowohl von PAMMEL wie auch von E. F. SMITH isolierte Organismus stellt ein gelbes, aërobes, bewegliches Stäbchen dar, das von 0,7 bis 3 μ Länge und 0,4 bis 0,5 μ Breite variiert. Das Aussehen und die Farbe schwankt je nach dem Nährsubstrat etwas, letztere kann von blaſsgelb bis glänzend-gelb wechseln. Am Pol befindet sich eine einzige Geiſsel; Sporenbildung wurde bisher nicht beobachtet. In der Pflanze bildet der Organismus ein braunes Pigment, dagegen bleiben Kulturen auf gekochten Kartoffeln farblos. Gelatine wird in der Kultur verflüssigt. Auf andern Nährsubstraten, wie Fleischbrühe, Kohlabkochungen, Agar, auf gekochten Zwiebeln, Orangen, Kakaonuſsfleisch usw., gedeiht er bei richtiger Versuchsanstellung gut. Gas und Säure werden nicht produziert, dagegen werden auf Platten wie in Stichkulturen groſse Kristalle von Magnesium-Ammoniumphosphat gebildet. Bei 17 bis 19° C. wächst er gut, am reichlichsten allerdings bei 21 bis 26°, bei 7° wächst er zwar noch, aber nur sehr schwach, ebenso bei 37 bis 38°. Dagegen findet er bei 40° C. seine Wachstumsgrenze und wird in zehn Minuten bei 51° C. abgetötet. Am nächsten scheint *Pseudomonas campestris* mit *P. Hyacinthi* (Wakker) verwandt zu sein, unterscheidet sich aber durch die pathogenen Eigenschaften, seine gesättigtere gelbe Farbe und seine höhere Abtötungsgrenze durch Wärme.

Die hier in Kürze wiedergegebenen Resultate wurden fast gleich-

[1]) Vorlesungen über Bakterien. 2. Aufl. S. 276.

zeitig auch von H. L. RUSSELL und H. A. HARDING[1]) bestätigt. Der letztere Autor hat dann noch eine sehr lehrreiche Skizze über die Verbreitung der Krankheit veröffentlicht[2]). Wie aus den Beobachtungen der amerikanischen Phytopathologen hervorgeht, ist die schwarze Fäule des Kohls in Nordamerika sehr weit verbreitet; HARDING hat sie häufig auf Feldern im Herbst des Jahres 1898 in Dänemark, Holland, Nordfrankreich (Paris), Schweiz und in Deutschland an vielen Orten (Kiel, Berlin, Halle, Fulda, Bonn, Karlsruhe) beobachtet. Er gibt an, daſs er häufig auf dem Felde die ersten Infektionsherde in der Nähe der Wasserporen am Rande der Blätter gefunden hat, während die Infektion durch Nagestellen von Insekten seltener ist. Dieses erste Stadium der Krankheit wird durch gelbe, dann braune Flecken am Blattrande charakterisiert, die bei durchfallendem Lichte schwarze Äderung zeigen. Das zweite Stadium entsteht durch das spätere Übergreifen der Krankheit auf den Blattstiel und den Stamm. Für Österreich ist das Vorkommen der Krankheit durch L. HECKE[3]) nachgewiesen worden. Er wies ebenfalls die Infizierung der Pflanze durch Wunden oder Wasserspalten nach und zeigte gleichzeitig, daſs nicht alle Sorten von Kohlrabi gleichmäſsig empfänglich für die Infektion sind.

Da es unbekannt ist, ob *Pseudomonas campestris* ein ursprünglicher Bewohner des Bodens ist oder nur von den kranken Pflanzen aus verschleppt wird, so kann man als Verhütungsmittel der Krankheit nur das Vernichten der erkrankten Pflanzen empfehlen. Auch das längere Aussetzen des Kohlbaues auf verseuchten Feldern dürfte von Vorteil sein.

Der möglichst freie Stand der Pflanzen und die Zumischung von Kalk zum Boden dienen zur direkten Bekämpfung der Krankheit.

M. C. POTTER[4]) beschreibt eine Weiſsfäule der weiſsen Rüben (*Brassica Napus*), die er in England beobachtet hat. Die Wurzeln der befallenen Pflanzen sind vollständig verfault und verbreiten einen widerwärtigen Geruch. Man erkennt die erkrankten Pflanzen am ehesten an ihren herabhängenden, gelben Blättern. Die ältern Blätter werden zuerst schlaff und fallen zu Boden, indem sie sich dabei gelb färben und runzlig werden. Dann zeigen die nächstjüngern Blätter dieselben Erscheinungen, bis zuletzt auch die jüngsten abgestorben sind. Gewöhnlich dauert der Blattverfall etwa zwei Wochen von der Infektion an. Die Wurzeln sind in ihrem erkrankten Teile grauweiſs oder dunkelbraun und fühlen sich ganz weich an. Die Zellmembranen und die Zellen sind schlaff, der Zellsaft ist aus den Zellen ausgetreten und die Gewebe haben sich dadurch in einen weichen, wässerigen Brei verwandelt. Zum Unterschied von der Braunfäule bleiben die erkrankten Wurzeln weiſs, indessen können durch Mischinfektionen auch Bräunungen eintreten.

Aus dem erweichten Gewebe wurde ein Organismus isoliert, der den Namen *Pseudomonas destructor* erhielt. Es sind kurze, bewegliche

---

[1]) A bacterial rot of cabbage and allied plants in Wisconsin, Agric. Experim. Stat. Nr. 65. 1898.

[2]) Die schwarze Fäule des Kohls und verwandter Pflanzen, eine in Europa weitverbreitete bakterielle Pflanzenkrankheit in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. VI, 1900, S. 305. (Hier auch ausführlich die Literatur am Schluſs.)

[3]) Die Bakteriose des Kohlrabi in Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich. 1901 und 1902.

[4]) On a bacterial disease of the turnip in Proc. Roy. Soc. London LXVII, 1900, S. 442, und Über eine Bakterienkrankheit der Rüben in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. VII, 1901, S. 282.

Stäbchen von 8 μ Länge und 3 μ Breite, die an einem Ende eine einzige Geifsel tragen. Der Organismus ist streng aërob, verflüssigt die Gelatine und färbt sich nicht nach GRAM. Da zuerst die Mittellamellen der Zellen aufgelöst werden, so beweist dies die Abscheidung eines Cellulose lösenden Fermentes, einer Cytase.

Mit den Reinkulturen wurden Infektionsversuche angestellt, indem Teile der Kultur in künstliche Wunden hineingebracht wurden. Die Erkrankung trat stets auf; auch auf Kartoffeln und Möhren liefs sich die Fäule übertragen. In der Natur findet die Übertragung der Krankheit wahrscheinlich ebenfalls infolge von Wunden statt, die durch Schnecken oder Insekten verursacht sind.

Mit der Braunfäule des Kohles ist nicht identisch eine Bakteriose, welche A. SPIECKERMANN[1]) in Westfalen beobachtet hat. Beim Weifskohl traten auffällige Krankheitserscheinungen an den jüngern Teilen des Stengels und an der Mittelrippe der Blätter auf, in deren Verlauf sie zu einem faulig riechenden Brei zerfielen. Die Krankheit greift schnell um sich und zerstört bald sämtliche Pflanzen eines Feldes. Die Parenchymzellen sind voneinander getrennt, während die festeren Gewebselemente noch zusammenhängen und sich herausziehen lassen. Zwischen den Zellen, niemals aber in ihnen finden sich Stäbchenbakterien, die sich leicht isolieren lassen. Die Stäbchen sind beweglich, 2,5 bis 3,5 μ lang, 0,9 bis 1,3 μ breit, meist zu zweien verbunden. Es findet sich eine polare Geifsel; also gehört der Organismus zu *Pseudomonas*. Auf den gebräuchlichen Nährböden wächst er gut; Gelatine wird langsam verflüssigt.

Mit den Reinkulturen wurden erfolgreich Infektionen an Weifskohl, an Stengeln und Blattstielen von Gurke und Kürbis, Hyacinthen und Alpenveilchen vorgenommen, während Stengel von Kartoffeln, Tomaten, Möhren usw. vergeblich geimpft wurden. Kartoffelknollen wurden ebenfalls durch Reinkulturen zum Faulen gebracht, und zwar leichter die Sommer- als die Herbstkartoffeln. Möhren, Selleriewurzeln, Speisezwiebeln, Tomaten und Kürbisse liefsen sich leicht infizieren, dagegen sind Kohlrüben, Runkelrüben, Äpfel und Citronen immun.

Die Lösung der Mittellamellen der Zellen erfolgt durch ein Enzym, das SPIECKERMANN isoliert und auf seine Wirkungen hin untersucht hat.

In neuester Zeit wurde von F. C. HARRISON[2]) eine Fäule des Blumenkohls und anderer Kohlarten in Canada beobachtet, die nach den mitgeteilten Untersuchungen sich auf den *Bacillus oleraceae* Harris. zurückführen läfst. Die Pflanzen verfaulen vollständig zu einer weichen Masse, indem die Bakterien zuerst die Mittellamellen lösen und die Zellen isolieren. Die Cellulosewand der Zellen wird dann allmählich erweicht und quillt stark auf; zuletzt desorganisieren die Zellen vollständig. Da die Isolierung des Bacillus leicht gelang, so wurden mit der Reinkultur viele Impfungsversuche angestellt, durch die erwiesen wurde, dafs der Bacillus die verschiedensten Arten von Kohl krank machen kann. Indessen, nicht blofs den Kohlarten, sondern auch andern Pflanzen, wie Möhren, Zuckerrüben, Sellerie, Tomaten, Artischocken, Spargel, Rhabarber, Zwiebeln usw., kann der Bacillus ge-

---

[1]) Beitrag zur Kenntnis der bakteriellen Wundfäulnis der Kulturpflanzen in Landw. Jahrb. XXXI, 1902, S. 155.

[2]) A bacterial disease of Cauliflowers (Brassica oleracea) and allied plants in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. XIII, 1904, S. 46.

fährlich werden. *Bacillus oleraceae* ist ein je nach dem Kultursubstrat in seinen Gröfsenverhältnissen etwas wechselndes Stäbchen von 1 bis 4 μ Länge und 0,5 bis 1 μ Breite. Er ist beweglich und besitzt 7 bis 13 peritriche Geifseln. Die Kulturmerkmale wurden von Harrison eingehend studiert; der Bacillus wächst danach auf den gebräuchlichen Kultursubstraten; Gelatine wird verflüssigt. Ob wir es hier, wie im vorigen Falle, mit einer obligat parasitischen Art zu tun haben, erscheint deshalb zweifelhaft, weil eine so grofse Zahl von verschiedenen Pflanzen von ihr angegriffen wird.

9. Die Bakteriosen der Rosaceen.

Die von den Amerikanern pear-blight oder fire-blight genannte Krankheit der Birnbäume verursacht alljährlich in den nordamerikanischen Obstplantagen einen ungeheuren Schaden. Die Krankheit beginnt im Frühjahr, indem einige Blüten braun zu werden beginnen und vertrocknen; sie sehen wie vom Frost getötet aus. Diese „blossom-blight“ genannte Blütenerkrankung verbreitet sich mit grofser Schnelligkeit über die ganze Plantage. Von den Blüten geht die Krankheit auf die jungen Triebe über (twig-blight), die ebenso wie die ansitzenden jungen Blätter schwarz werden und absterben. Durch Cambium und Rinde breitet sich dann die Krankheit auch auf die ältern Äste und schliefslich auf den Stamm aus. Die Blätter der abgestorbenen Zweige sehen schwarz, wie verbrannt aus. Auch die jungen Früchte sterben, werden schwarz und vertrocknen. Die Intensität, mit der sich die Krankheit ausbreitet, wechselt sehr; während sie in der Regel in einem Tage nur 3 bis 8 cm fortschreitet, kann sie auch unter günstigen Umständen bis 30 cm vorrücken.

T. J. Burrill[1]) war der erste, der den pear-blight 1879 auf Bakterien zurückführte. J. C. Arthur[2]) hat dann die Krankheit weiterverfolgt, und M. B. Waite[3]) hat die Art der Infektion in der Natur und das Fortschreiten der Krankheit klargestellt und zuerst künstliche Übertragungen mit Reinkulturen vorgenommen. Burrill stellte fest, dafs in den erkrankten Rindengeweben massenhaft Bakterien vorhanden sind, und dafs sich die Krankheit durch erkranktes Gewebe auf gesunde Zweige übertragen läfst. Arthur zeigte dann, dafs die Infektionskraft verloren ging, wenn das Infektionsmaterial erst durch ein Bakterienfilter filtriert wurde, aber erst Waite isolierte den Bacillus in Reinkultur und infizierte damit erfolgreich Äste an Birn- und andern Bäumen.

Über den Infektionsmodus in der Natur stellte Waite fest, dafs der *Bacillus amylovorus* (Burrill) de Toni in den Nektarien der Birnblüten vorkommt, von hier in den Blütenstiel eindringt und zum Parasiten wird. Die Übertragung des Bacillus von Blüte zu Blüte erfolgt durch die blütenbesuchenden Insekten; so kann man in der

---

[1]) Anthrax of fruit trees or the so-called fire blight of pear and twig blight of apples in Proc. American Assoc. for Advanc. of Sc. XXIX, 1880, S. 583; Pear blight in Amer. Natural. XV, 1881, S. 529.

[2]) Mehrere Arbeiten in den Bull. of the New York State Exp. Stat. und im Report daselbst 1884 bis 1886. Vgl. die Literatur bei B. M. Duggar, Some important pear diseases in Cornell Univ. Agr. Exp. Stat. Bull. 145. Ithaca. 1898.

[3]) Yearbook Unit. Stat. Dep. of Agr. 1895, S. 295; Proc. Americ. Assoc. for Advanc. of Sc. XL, 1891, S. 315, und XLVII, 1898, S. 427; ferner L. Snyder, The germ of pear blight in Proc. Americ. Ac. of Sc. 1897, S. 150.

Tat die Übertragung verhindern, indem man durch ein Moskitonetz die Insekten abhält. Leider ist diese Bekämpfungsart nicht angängig, weil die meisten Birnsorten auf Fremdbestäubung angewiesen sind. Aufser dieser Infektion durch die Nektarien findet auch Wundinfektion an den jungen Zweigen statt, wahrscheinlich durch Verwundungen, die von Vögeln oder Insekten herrühren. Je jünger der infizierte Pflanzenteil ist, um so schneller schreitet die Infektion fort; daher wird es auch erklärlich, dafs mit dem Ausreifen der Gewebe die Krankheit zu einem gewissen Stillstand kommt. Dann wird das lebende Gewebe durch eine scharfe Grenzzone von dem getöteten geschieden, das abgestorbene Bacillen enthält. Witterungsfaktoren sind bei der Ausbreitung der Krankheit ganz besonders beteiligt; bei feuchtem, warmem Wetter verbreitet sich der Bacillus sehr schnell in den Ästen, während er bei heifsem, trocknem Wetter bald sein Wachstum einstellt oder abstirbt. Unter gewissen Umständen überdauert der Bacillus den Winter und setzt seine Tätigkeit im Aste, wenn auch sehr langsam, fort. Im Frühjahr, wenn der Saft aufsteigt, beginnt dann eine schnelle Vermehrung, und der Bacillus findet sich zahlreich in dem herabträufelnden Gummisaft. Mit diesem wird er dann durch Insekten auf die Blüten verschleppt, und das Spiel beginnt von neuem. Auch auf die jungen Knospen findet Übertragung statt, wodurch dann sofort Zweigbrand entsteht.

Der pear-blight kommt aufser auf Birnen auch auf Äpfeln, Quitten, Holzäpfeln, Bergeschen, Elsbeeren und Weifsdorn vor und läfst sich auch auf den japanischen Weifsdorn und *Pirus kaido* übertragen. Bisher ist die Krankheit nur in Nordamerika beobachtet worden.

Burrill nannte den Erreger des pear-blight zuerst *Micrococcus amylovorus*, de Toni ihn später *Bacillus*. Es sind kleine, etwa 1 bis 1,25 μ lange und 0,5 bis 0,75 μ breite, bewegliche Stäbchen, die bisweilen zu zwei, selten zu vier zusammenliegen; nur in frischen Nährlösungen werden gelegentlich längere Ketten gebildet. In Fleischgelatine wächst der Bacillus schlecht. In fünf Minuten tötet ihn eine Temperatur von 50° ab; bei 20 bis 22° hat er sein Wachstumsoptimum.

Auf Pflaumenbäumen hat L. R. Jones[1]) dieselbe Krankheit beobachtet und den erregenden Bacillus eingehend studiert. Aus seinen Übertragungsversuchen auf Birne und Pflaume geht hervor, dafs letztere ungleich widerstandsfähiger ist und wahrscheinlich nur unter besonders günstigen Bedingungen infiziert wird.

Die beste Bekämpfung wird durch das Ausschneiden der erkrankten Äste vorgenommen, und zwar dienen als Anzeiger für die Erkrankung die geschwärzten Blätter. Deshalb mufs das Abschneiden zu einer Zeit vorgenommen werden, in der die Blätter noch am Baume hängen, also im Spätsommer oder Frühherbst. Auch durch nicht zu starke Stickstoffdüngung und nicht zu reichliche Wasserzuführung lassen sich die Bäume selbst widerstandsfähiger gegen den Zweigbrand machen.

Bei einer Bakterienkrankheit von *Prunus japonica* in Nordamerika konnte E. F. Smith[2]) ebenfalls den erregenden Organismus nachweisen, den er *Pseudomonas Pruni* nannte. Die Krankheit erscheint in ihren ersten Stadien als kleine, sehr zahlreiche, wässerige Flecken

---

[1]) Studies upon plum blight in Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. IX, 1902, S. 835.
[2]) Science, new ser. XVII, 1903, S. 456.

auf den Blättern und grünen Früchten. Auf den Blättern fallen die Flecken schliefslich aus, wodurch die Blattfläche durchlöchert wird, während auf den Früchten runde, eingesunkene, schwarze Stellen oder tiefe Spalten entstehen. Diese Flecken können zuletzt 8 bis 15 mm im Durchmesser haben. Untersucht man die jüngsten Stadien der Erkrankung, so finden sich die Bakterien aufserhalb des Blattes im Innenraume der Spaltöffnungen. Von hier aus dringen sie dann in die tiefergelegenen Gewebeschichten vor und vermehren sich dort aufserordentlich. Die Epidermis und die unmittelbar darunterliegenden Zellschichten werden emporgetrieben, und im Innern des Blattes entstehen Hohlräume von ziemlicher Ausdehnung. In erster Linie wird das Parenchym zerstört; erst später werden auch die Blattbündel angegriffen. Wenn dann später die Blattflecken einzutrocknen beginnen, so finden sich die Bakterien auf der gebräunten Oberfläche als blafsgelbe, dünne, gummiartige Massen. Die Infektion erfolgt hauptsächlich im Mai und Juni, und zwar gewöhnlich auf der dem Regen ausgesetzten Westseite.

Der Organismus sieht äufserlich der *Pseudomonas campestris* ähnlich, unterscheidet sich aber sehr leicht durch sein schwächeres Wachstum auf Kartoffel und sein Verhalten in Uschinsky'scher Nährlösung. Die Bakterien sind klein bis etwa von mittlerer Gröfse, liegen einzeln oder zu Paaren oder in kurzen Ketten; am Pol tragen sie eine oder mehrere Geifseln. Bei 51° C. gehen sie zugrunde. Gelatine wird nur langsam verflüssigt. Auf gewöhnlichen Nährböden erfolgt gutes Wachstum.

Auf dem Pfirsichbaume beobachtete F. Cavara[1]) eine Bakterienknotenkrankheit, die sich auf ein- und zweijährigen, selten auf ältern Zweigen zeigt. An Stelle einer Knospe oder eines Knotens findet eine starke Wucherung des Rindenparenchyms statt, wodurch zuletzt das Periderm gesprengt wird. In dem erkrankten Gewebe wurde ein von *Bacillus gummis* vollkommen verschiedener Organismus gefunden, der *Clostridium persicae tuberculosis* genannt wird. Die Krankheit tritt nur vereinzelt auf und ist auch nicht mit Gummibildung verbunden.

Reife Äpfel werden ebenfalls von Bakterien angegriffen. Wegen ihres eigentümlichen, transparenten Aussehens nennt man sie dann glasig.

Die ersten Beobachtungen über glasige Äpfel rühren von P. Sorauer[2]) her; später hat E. Prillieux[3]) diese Beobachtungen bestätigt und gleichzeitig die Ursache des eigenartigen Aussehens des Apfelfleisches angegeben. Das glasige Aussehen des Fleisches beginnt am Kelche der Frucht und nimmt den untern Teil des Apfels ein. Von da zieht sich dann am Rande der Frucht eine glasige Zone gegen den Fruchtstiel zu, indem sie nach oben zu immer schmäler wird und sich am obern Ende des Apfels vollständig verliert. Gegen das gesunde Fleisch hin schliefst die glasige Zone nicht scharf ab, sondern bildet allerlei Ausbuchtungen und verliert sich in unbestimmtem, wolkigem Umrifs. Der Geschmack des glasigen Teiles ist fade und süfs. Trockensubstanzbestimmungen ergaben aus dem gesunden Teil eines Apfels mit Schale

[1]) Intorno alla eziologia etc. in Le stazioni sperim. agrar. ital. XXX, 1897, S. 482.

[2]) Handb. d. Pflanzenkr. 2. Aufl. I, 1886, S. 142.

[3]) Altération vitreuse de la pomme in Bull. Soc. Bot. France XXXIII, 1896, S. 600; Maladies des pl. agric. I, 21.

21,48 %, ohne Schale 20,24 %, aus dem glasigen Teil mit Schale 19,43 % und ohne Schale 17,97 %. Als Ursache sieht PRILLIEUX einen Bacillus an, der aufserordentlich kurze Stäbchen besitzt und in Reinkultur gezüchtet wurde. Wahrscheinlich erfolgt die Infektion von dem Kelche her und ergreift dann allmählich den ganzen Apfel, indem die Krankheit sich unter der Schale nach oben hin ausbreitet und ins Innere vordringt. Infektionsversuche scheinen noch nicht angestellt worden zu sein. SORAUER und ADERHOLD halten die Krankheit nicht für parasitär.

10. Die Bakteriosen der Leguminosen.

Im Jahre 1892 wurde von BEACH[1]) und B. D. HALSTED[2]) eine Erkrankung der Bohnen in New Jersey und Pennsylvanien beobachtet, die auf allen Bohnensorten vorkam und stellenweise bedeutenden Schaden anstiftete. Die Früchte der Bohnen bekommen im jungen Zustande braune, unregelmäfsige, etwas einsinkende weiche Flecken, die bis auf die jungen Samen hinabreichen. In den Geweben des Fleckes fanden sich Bakterien, die später von E. F. SMITH[3]) genauer untersucht und *Bacillus Phaseoli* genannt wurden. Er bildet kurze, gelbe, bewegliche Stäbchen, die bei 49° C. in Wärmestarre verfallen. SMITH hat gelungene Übertragungsversuche mit Reinkulturen dieses Organismus angestellt.

Dieselbe oder eine ganz ähnliche Krankheit (Graisse) hat G. DELACROIX[4]) auf Bohnenfeldern bei Paris beobachtet. Die 8 bis 10 cm langen Bohnenhülsen bekommen dunkle, grüne, wie von Fett durchtränkt oder erfroren aussehende Flecken. Ähnliche Flecken erscheinen auch an den vegetativen Organen. Die Bakterien wurden isoliert und zu Impfungen erfolgreich verwendet. Die Infektion erfolgt vom Boden aus, da bei den nicht rankenden Bohnen die ersten Flecken in der Nähe des Griffelendes entstehen, wo stets Bodenpartikelchen anhaften.

11. Die Bakteriosen der Vitaceen.

Vom Weinstocke sind mehrere Erkrankungen angegeben, die durch Bakterien verursacht werden sollen. Wir beginnen zuerst mit der Bakteriose der Weintrauben, die von G. CUGINI und L. MACCHIATI[5]) näher studiert worden ist. Die Krankheit trat zuerst 1891 in Italien auf. Nach der Blüte nehmen die jungen Früchte und Fruchtstiele eine braune Farbe an und vertrocknen vollständig zu einer zerbrechlichen Masse. Aus den erkrankten Geweben wurde ein Bacillus isoliert, der *B. uvae* genannt wurde. Die Stäbchen sind beweglich, 3 bis 4 μ lang und 0,25 μ breit und liegen meist einzeln. Gelatine wird ver-

---

[1]) Blight of Lima Beans in N. Y. Agric. Exp. Stat. Geneva Bull. Nr. 48. Dec. 1892.

[2]) A bacterium of Phaseolus in Rep. of the Bot. Dep. of the New Jersey Agric. Coll. Exp. Stat. f. the Year 1892, S. 283.

[3]) Description of Bacillus phaseoli n. sp. with some remarks on related species in Proc. Americ. Assoc. f. Advanc. of Sc. for 1897, S. 288; ferner in U. S. Dep. of Agric. Div. of Veg. Phys. and Path. Bull. Nr. 28. Washington 1901.

[4]) La graisse, maladie bactérienne des Haricots in Compt. rend. t 129, 1899, S. 656.

[5]) La bacterosi dei grappoli della vite in Le Staz. speriment. ital. XX, 1891. fasc. VI.

flüssigt. Später hat dann L. Macchiati[1]) weitere Mitteilungen über die Krankheit gegeben, aus denen hervorgeht, dafs seine Infektionsversuche mit Reinkulturen Erfolg gehabt haben.

Eine zweite Traubenerkrankung hat E. Prillieux[2]) in Rebengewächshäusern, seltener an Rebengeländen beobachtet. Die Trauben bekommen hellbraune Flecken, die sich schnell ausbreiten und in die Tiefe gehen. Dadurch werden die Samen blofsgelegt und vertrocknen. Wenn die Krankheit frühzeitig auftritt, so fallen ihr alle Trauben zum Opfer. In den Zellen wurde ein beweglicher Bacillus gefunden von 1,25 μ Länge und 0,75 μ Breite. Er ähnelt dem *B. caulivorus*, bildet aber einen weniger ausgesprochen grünen Farbstoff.

Eine andere Bakterienkrankheit des Weinstockes steht der Krebsknotenbildung bei der Olive nahe und wird in Italien mit dem ähnlichen Namen „Rogna della vite“ bezeichnet. Auf den Zweigen entstehen anfänglich weiche und schwammige, später harte und holzige, knollenartige Auswüchse, die einen ähnlichen Bau zeigen wie die Olivenknoten. In den Gewebelücken finden sich stets Bakterien. Cuboni[3]) nimmt daher denn auch die hier auftretenden Bakterien, von Trevisan *Bacillus ampelopsorae* genannt, als Ursache der Krankheit an, obwohl er keine Infektionsversuche gemacht hat.

F. Cavara[4]) hat die Tuberkulose der Reben, die in Italien hin und wieder auftritt, untersucht und hält sie mit der Rogna für identisch. Es entstehen mehrere kleine, zu Gruppen vereinigte Tuberkeln unterhalb des Periderms, womit Hyperplasien des Rindengewebes in Verbindung stehen. Die Blätter sind gelb und rhachitisch; die Jahrestriebe verkümmern. Den Beweis der Identität beider Krankheiten führte Cavara durch Einimpfen des *B. ampelopsorae*, wodurch die Tuberkulose erzeugt wurde. Näheres ist bisher nicht bekannt.

Eine weitere Krankheit hat L. Ravaz[5]) beschrieben. Auf der Insel Oléron (später auch in den Departements Charentes, Drôme und am Mittelländischen Meer nachgewiesen) trat bei gewissen Sorten von Reben eine Krankheit auf, die sich erst im Sommer zeigt, indem kräftige Ruten plötzlich von unten nach oben austrocknen und unter dem Einflufs des Windes abbrechen. An den untern Internodien der befallenen Ruten erscheinen gebräunte, vertiefte Flecken; im Innern sind Holz und Rindengewebe schwärzlich gefärbt. Die Rebschenkel werden auch angegriffen, so dafs die später auf ihnen austreibenden Ruten bald zu kränkeln beginnen. In allen ergriffenen Gewebeteilen, vor allem aber in den Gefäfsen, finden sich zahlreiche Bakterien. Gelegentlich tritt auch Gummibildung ein. Die Bakterien wurden isoliert und stellen Stäbchen von 1,5 bis 2,5 μ Länge dar, die in der Mitte etwas eingeschnürt sind. Nach Impfung auf gesunde Reben treten die charakteristischen Krankheitssymptome auf. Durch Schnittwunden erfolgt die Übertragung leicht. Deshalb wird beim Verschneiden der Reben empfohlen, zuerst alle kranken Stöcke zu verschneiden und dann erst, nach sorgfältiger Desinfizierung des Messers, die gesunden.

---

[1]) Rev. intern. Vit. et Oenol. I, 1894, S. 129.
[2]) Maladies etc. I, 17.
[3]) Rendic. Acad. dei Lincei. 4. ser. V, 1889, S. 571.
[4]) Intorno alla eziologia di alcune malattie di piante coltivate in Le Staz. speriment. ital. XXX, 1897, S. 482.
[5]) Une maladie bactérienne de la vigne in Rev. de viticult. 1895. (Vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkr. VI, S. 41.)

Auch das Bestreichen der Reben im Winter mit 10 % Kupfersulfatlösung wird empfohlen.

Diese Krankheit ist nicht identisch mit der bekanntesten und am weitesten verbreiteten Bakterienkrankheit des Weinstockes, mit dem Mal nero, der uns jetzt beschäftigen soll. Die Krankheit wurde zuerst in Sizilien und Kalabrien beobachtet und dann in Italien und Frankreich eingehend studiert. Trotzdem aber bleibt sowohl bei den äufsern Symptomen wie in der Ätiologie der Krankheit noch manches unklar, denn es scheint noch keinesweg sicher, dafs wir es hier mit einer einheitlichen Erkrankung zu tun haben. O. Comes[1]), nach ihm P. Baccarini[2]) und L. Macchiati[3]) haben die Krankheit in Italien zuerst studiert.

Die Erscheinungen, die die Malnero-Krankheit in Süditalien bietet, bestehen in erster Linie in Anomalien und Schrumpfungen der Blatt- und Blütenregion und weiter in einem braunen Streifen, der bei den kranken Stöcken längs einer Seite der stärkern Zweige bald mehr, bald weniger deutlich in die Erscheinung tritt. Wenn er von aufsen nicht sichtbar ist, so läfst er sich im Holzgewebe stets nachweisen. Von dem braunen Streifen werden Holzparenchym, einzelne Rindenelemente und das Cambium ergriffen; namentlich im letztern Gewebe ist er sehr deutlich, und von hier nehmen auch neue schwarze Flecken ihren Anfang. Der Inhalt der ergriffenen Zellen wimmelt von Bakterien. Bis zur Wurzel schreitet die Krankheit gewöhnlich nicht vorwärts, sondern die Rebe stirbt vorher ab. Am meisten leiden die Rindengewebe, wodurch der Holzkörper vollständig blofsgelegt wird. Baccarini kultivierte die von ihm als *Bacillus vitivorus* bezeichneten Bakterien rein und impfte sie mit Erfolg auf gesunde Stöcke. G. Cugini[4]) bestätigte dieses Resultat und zeigte zugleich, dafs Comes bereits dieselben Organismen zu seinem *Bacterium gummis* gezogen hat. Die Stäbchen sind wenig beweglich, cylindrisch oder leicht oval, an den Enden abgerundet, 1 bis 2 μ lang, 0,75 μ breit. Die Gelatine wird verflüssigt und braun gefärbt, gleichzeitig auch oxalsaurer Kalk in Form eines feinen kristallinischen Niederschlages abgeschieden. Macchiati, der den Pilz *Bacillus Baccarinii* nennt, hat in alten Agarkulturen Sporen gefunden und gibt an, dafs die Gröfsenverhältnisse der Stäbchen je nach dem Alter und dem Nährmedium aufserordentlich wechseln.

In Frankreich sind ganz ähnliche Krankheitserscheinungen beobachtet und mehrfach untersucht worden. So decken sich die Beobachtungen von E. Prillieux und G. Delacroix[5]) mit denen der italienischen Forscher; die Krankheit wird als „Gommose bacillaire" bezeichnet. Ungefähr gleichzeitig veröffentlichten auch G. Foex und P. Viala[6]) ihre Untersuchungen; sie widersprechen der bakteriellen Ursache der Erkrankung und führen die braunen Flecken und Streifen auf andere, zum Teil wohlbekannte Krankheitserscheinungen zurück.

---

[1]) Il marciume delle radici e la gommosi della vite. Napoli 1884.

[2]) Sul mal nero della vite in Sicilia in Malpighia VI, 1892, S. 229; Il Mal nero della vite in Le Staz. sperim. agr. ital. XXV, 1894, S. 444.

[3]) Sulla biologia del Bacillus Baccarinii in Bull. Soc. Bot. Ital. 1897, S. 156.

[4]) Intorno ad una specie di bacillo trovato nel legno delle viti affette da Mal nero in Le Staz. sperim. agr. ital. XXIII, 1892, S. 44.

[5]) La gommose bacillaire des vignes françaises in Rev. de viticult. 7 Juill. 1894, S. 5.

[6]) Maladies de la vigne dans le Var in Rev. de viticult. 21 Juill. 1894, S. 53.

Nach ihnen wäre sie nichts weiter als eine Folgeerscheinung von Erkrankungen aus andern Ursachen. E. PRILLIEUX und G. DELACROIX[1]) haben dann später ihre Ansichten noch ausführlicher begründet und gleichzeitig auch verschiedene, unter andern Namen bekannte Erkrankungen mit der bacillären Gummosis identifiziert.

Über die Verbreitung der Krankheit äufsern sie sich dahin, dafs wohl hauptsächlich eine Übertragung beim Pfropfen in Betracht komme; dabei handelt es sich nicht blofs um die Pfropfwunde selbst, sondern auch um die vorherige Infizierung des Reises oder der Pfropfunterlage.

Je nach der Heftigkeit, mit der die Krankheit auftritt, werden verschiedene Erscheinungsformen von ihr unterschieden, die in der Praxis meist verschiedene Namen erhalten haben. Am harmlosesten tritt das Mal nero als Dartrose auf, indem sich an den Ranken und Blattstielen kleine, gelbe Streifen zeigen, die alsbald wieder vertrocknen und vernarben. Gleichzeitig treten auch kleine Pusteln (Anthracnose ponctuée) an der Basis des Stockes auf. Die Blätter sind normal oder rötlich verfärbt (Rougeot), wobei zu bedenken ist, dafs die Blattrötung auch durch andere Ursachen hervorgerufen werden kann. Wenn dann in den nächsten Jahren die Krankheitserscheinungen stärker auftreten, so sind die äufserlich sichtbaren Störungen auffälliger. Es entsteht Cep pommé oder Tête de chou, wenn die Zweige kurz bleiben, sich abflachen und reichlich Seitenäste, Ranken und kleine Blätter treiben. Die Blüten entstehen häufig nicht, oder es werden nur kleine saure Trauben mit grauvioletten Flecken gebildet. Jetzt treten auch die bekannten schwarzen Streifen auf. Die heftigste Form ist die Gélivure[2]), die allerdings seltener auftritt. Die Flecken an den Zweigen sind vermehrt; die oberen Internodien trocknen und fallen ab; die Blätter trocknen, ohne ihre grüne Farbe zu verlieren; der Stock treibt am Grunde junge Schosse, die ebenfalls bald erkranken. Unter Folletage versteht man das plötzliche Absterben eines ganzen Triebes, ohne dafs die Blätter ihre grüne Farbe verlieren. Endlich nennt man Roncet diejenige Form, bei der die Internodien der Zweige sehr kurz sind und zahlreiche, tief geteilte, kleine, normal grüne Blätter tragen.

Eine Zusammenfassung der Ansichten der verschiedenen Forscher über die Natur des Mal nero gibt K. SCHILBERSZKY[3]), indem er gleichzeitig die Gründe abwägt, welche für eine selbständige Krankheit oder für eine Begleiterscheinung bei andern Rebkrankheiten sprechen. Er kommt zu der Ansicht, dafs das Mal nero nur eine sekundäre Folge anderer Rebenerkrankungen ist (z.B. durch Phylloxera, Peronospora usw.), so dafs dann die Bakterien nur eine sekundäre Ansiedlung in dem ohnehin geschwächten Pflanzenkörper darstellen würden. Damit würde also die Gefährlichkeit der Krankheit verschwinden, da man sie am besten durch Ausrottung der primären Krankheiten bekämpfen würde. Wie weit diese Anschauung sich mit den wirklichen Tatsachen deckt.

---

[1]) La gommose bacillaire, maladie des vignes in Ann. de l'Inst. Agron. Nancy XIV, 1895; PRILLIEUX, Les maladies des pl. agric. I, 24.

[2]) E. CAVARA bestätigt diese Beobachtungen in Le stazioni sperim. agrar. ital. XXX, 1897, S. 482.

[3]) Über die neue Rebenkrankheit „gommose bacillaire“ in Gyümölcskertész. V, 1894, Heft 3 bis 6. (Vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkr. V, 305.)

müssen weitere Untersuchungen zeigen. E. RATHAY[1]) führt die Ursache für die Gummibildung in den Gefäfsen der Rebe, die charakteristisch für das Mal nero ist, auf einen Wundreiz zurück, wie ihn MOLISCH zur Erklärung der Thyllenbildung annimmt. Es würden also die schwarzen Verfärbungen und die Gummibildung nicht durch die Tätigkeit der Bakterien veranlafst sein, zumal in den äufsersten Ausläufern der braunen Verfärbungen sich niemals Bakterien finden, sondern nur im gebräunten Holze.

Wahrscheinlich mit dem Mal nero identisch ist eine von G. DEL GUERCIO und E. BARONI[2]) beobachtete Rebengummosis, bei der die Rinde stellenweise der Länge nach aufreifst und schleimige Massen von anfänglich weifser, später graubrauner Färbung hervortreten läfst. An den jüngeren Zweigen befinden sich tote Stellen, die Blätter hatten dürre Flecken, an den Trauben waren graue Flecken sichtbar. Im Schleim befanden sich Stäbchen von 2 bis 2,5 μ Länge und 0,5 μ Breite.

Endlich sei noch einer Krankheit gedacht, die noch sehr der Klärung bedarf. A. ZSCHOKKE[3]) beobachtete, dafs an ausgewachsenen Blättern von Riesling- oder Sylvanerreben sich kleine, grünschwarze oder braune, scharfumrissene, eingesunkene, tote Flecken zeigten, wodurch schliefslich das ganze Blatt zum Absterben gebracht wurde. Auch die Blütenstiele waren häufig schwarzgrün, die Blütenknospen dunkel und leicht abfallend. In den Flecken und den Stielen fanden sich ungeheure Mengen von Bakterien, die zu schleimigen Klumpen verklebt waren und zuerst die Intercellaren ausfüllten, später aber auch die Zellwände zerstörten. Vielleicht handelt es sich blofs um eine durch die abnorme Witterung bedingte Fäulniserscheinung, bei der Bakterien eine Rolle spielen.

12. Die Bakteriosen der Umbelliferen.

In den Jahren 1897 und 1898 war im Staate Vermont (Nordamerika) eine Möhrenkrankheit aufgetreten, welche die in das Winterlager gebrachten Mohrrüben in kurzer Zeit zum Verfaulen brachte. L. R. JONES[4]) hat die Krankheit genauer untersucht und als Ursache einen Bacillus festgestellt, den er *B. carotovorus* nannte.

Die Möhren zeigten eine schnell fortschreitende weiche Fäulnis, die gewöhnlich bei der Krone beginnt und schnell durch das Innere fortschreitet. Der angefaulte Teil wird sehr weich und bräunt sich etwas; zwischen dem kranken und dem gesunden Gewebe erstreckt sich eine scharfe Trennungslinie. In dem verfaulten Gewebe findet sich der Bacillus ganz rein vor. Er zerstört in erster Linie die Mittellamellen und isoliert so die Zellen voneinander. Bei frisch desorganisiertem Gewebe sind die Zellen noch frei von Bakterien; nur das

[1]) Über das Auftreten von Gummi in der Rebe und über die Gommose bacillaire in Jahresber. d. k. k. ökol. u. pom. Lehranstalt in Klosterneuburg 1896. (Vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkr. VII, 164.)

[2]) La gommosi bacillare delle viti malvasia in Italia in Nuov. Giorn. Bot. Ital. n. ser. I, 1894, S. 221.

[3]) Eine Bakterienkrankheit des Rebstocks in Weinbau und Weinhandel, 1902; Weinlaube, 1902, S. 436.

[4]) Bacillus carotovorus n. sp., die Ursache einer weichen Fäulnis der Möhre in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. VII, 1901, S. 12, und in XIII. Jahresber. der Vermont Agric. Exp. Stat. 1900. Burlington.

Plasma ist völlig zusammengefallen; später dringen die Bacillen auch ins Innere der Zellen ein. Wahrscheinlich findet die Auflösung der Mittellamelle durch ein Cytaseferment statt. Der Bacillus liefs sich leicht rein kultivieren. Er stellt ein Stäbchen dar mit abgerundeten Enden, das einzeln oder seltener paarweise vorkommt; nur in jungen Kulturen treten mehr oder weniger lange Ketten von Zellen auf. Die Länge der Zellen beträgt etwa 1,5 bis 5 μ (im Mittel 2,8), die Breite 0,6 bis 0,9 μ (im Mittel 0,7). Sie sind beweglich und besitzen zwei bis fünf peritriche Cilien. Kulturen wurden in verschiedenen Nährlösungen angestellt; das Optimum der Temperatur betrug 27 bis 30° C.; bei 51 bis 52° trat der Tod ein.

Mit den Reinkulturen wurden Impfversuche angestellt, die zum Ziele führten. Ebensogut liefsen sich auch andere Wurzeln infizieren, z. B. Rüben, Retticke, Pastinaken, Bocksbart, Zwiebeln, Tomaten usw. Viele Früchte dagegen liefsen sich nicht krank machen, z. B. Orangen, Bananen, Äpfel usw., auch Kartoffeln nicht. Merkwürdig ist, dafs die Impfung junger, vier Wochen alter Stengel und Wurzeln von Möhren und Pastinaken sowie der Stämme und Blätter von Tomaten ohne Erfolg blieb. Die Infektion fand nur durch Wunden statt.

Als Bekämpfungsmittel ergeben sich Fruchtwechsel, Vermeidung des Düngers von Vieh, das mit zerfallenden Möhren gefüttert wurde, ferner Austrocknen und starke Besonnung der Möhren, ehe sie ins Winterlager kommen. Auch möglichst niedrige Temperatur bei der Aufbewahrung der Möhren ist zweckmäfsig.

Augenscheinlich haben wir es hier nicht mit einem spezifisch pathogenen Bacillus, sondern nur mit einem Fäulniserreger zu tun, der unter gewissen Umständen verderbliche Wirkungen entfalten kann.

Demselben Bacillus schreiben H. A. Harding und F. C. Stewart[1]) eine Fäule zu, die an Kohl und Blumenkohl auftritt, aber mit der Schwarzfäule nicht identisch ist. Die Krankheit liefs sich auch auf Kohlrabi, Rosenkohl, Radieschen und Kohlrübe übertragen. Ein in Fäulnis übergegangenes Exemplar von *Amorphophallus simlensis* ergab denselben Bacillus in der Kultur. Es bleibt vorläufig noch unentschieden, ob die isolierten Pilze identisch mit *B. carotovorus* sind oder Varietäten von ihm darstellen oder besser als eigne Art aufgefafst werden müssen.

Eine Selleriebakteriose aus dem Potal beschreibt U. Brizi[2]). Sie tritt zuerst an den Basen der Blattstiele in Form kleiner rostroter Flecken auf, in denen das Gewebe einsinkt. Die Flecken greifen schnell um sich und deformieren grofse Flächen der Blattstiele, die schliefslich faulen. Im Innern der Parenchym- und Collenchymzellen und auch in den Gefäfsen finden sich massenhaft Bakterien. Durch die Gefäfse wandern die Bakterien auch in das Blattgewebe, wo die Flecken zuerst in der Nähe der Rippen auftreten. Bei feuchtem Wetter treten aus den Flecken schleimige Flüssigkeitstropfen heraus, die von Bakterien wimmeln. Der isolierte Organismus, *Bacillus Apii* (Brizi) Migula, ist ein sehr bewegliches, an den Enden verzweigtes Stäbchen von 2 bis 2,5 μ Länge. Gelatine wird nicht verflüssigt. Infektionsversuche wurden

[1]) A bacterial soft rot of certain cruciferous plants and Amorphophallus simlensis, in Science new ser. XVI, 1902, S. 314.

[2]) La bacteriosi del Sedano in Rendic. R. Acc. dei Lincei 5 ser. VI, 1897, S. 229; Una malattia bacterica dell' Apium graveolens L. in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt III, 1897, S. 575.

nicht gemacht. Schon vorher war durch B. D. Halsted[1]) eine Selleriekrankheit beschrieben worden, von der er Bakterien als Ursache vermutete. Wahrscheinlich ist sie mit der von Brizi beobachteten identisch.

13. Die Bakteriosen der Oleaceen.

In einer Baumschule in Holstein hatten die jungen Zweige von Syringa unter eigentümlichen Fäulniserscheinungen zu leiden, die von P. Sorauer[2]) auf Bakterieneinwirkung zurückgeführt wurden. Schon im Mai, besser noch im Juni entstehen an beliebigen Stellen des Zweiges, namentlich an den oberen Internodien, braune Stellen auf der Rinde, die sich schwärzen und in der Längs- und Querrichtung schnell an Gröfse zunehmen. So erscheint schliefslich der Zweig auf grofse Strecken hin schwarz und knickt leicht um. An den Blättern treten entweder einzelne Infektionsherde auf, oder es breitet sich von der Achse her die Erkrankung aus. In letzterem Falle ist oft eine ganze Reihe von Blättern welk und geschwärzt, während in ersterem nur kreisrunde, braune, weiche, die gesamte Blattdicke umfassende Stellen auftreten, die sich schnell ausbreiten. Die Oberhaut läfst sich leicht abheben, und im Innern des Fleckes ist meist Mycel sichtbar, das aber sekundärer Art ist. Am Rande der Flecken finden sich stets kokkenartige Stäbchen.

Auf Schnitten begegnet man den durch die Wirksamkeit der Bakterien voneinander getrennten Zellen, die zuletzt weiter zertrümmert und aufgelöst werden. In erster Linie wird das weiche Parenchym der Rinde angegriffen. Als Eingangspforten der Krankheit können die Spaltöffnungen angesehen werden; vielfach finden sich auch feine Öffnungen, welche in einen solchen Flecken führen und vielleicht Verletzungen darstellen, die den Bakterien als Weg ins Innere der Pflanze dienen.

Später wurde die Krankheit in Holland von J. Ritzema-Bos[3]) beobachtet, der die Ähnlichkeit der Flecken mit Frostschäden hervorhebt, aber gleichzeitig als Unterschied angibt, dafs sich die Krankheit von den Flecken her leicht auf gesunde Teile übertragen läfst.

In der Folge hat sich M. W. Beijerinck[4]) mit derselben Krankheit beschäftigt, indem er den verursachenden Organismus studierte und Infektionsversuche anstellte. Die Versuche wurden mit Reinkulturen gemacht und ergaben, dafs die Krankheit sich leicht auf Zweige und Blätter übertragen liefs, wo dann die typischen Erscheinungen der Fäule hervorgerufen wurden. Die Versuche wurden mehrere Jahre hintereinander vorgenommen und zeigten, dafs die Infektiosität des Organismus Einbufse erlitten hatte. Nicht allein die verschiedenen Arten von *Syringa (S. persica, vulgaris)* zeigten sich empfänglich, sondern auch die verschiedensten Gartenvarietäten davon; bei andern Pflanzen gelangen die Übertragungen nur für *Populus nigra, Pirus Malus, P. communis, Prunus Mahaleb, Polygonum Fagopyrum* und *Atriplex hortensis*,

---

[1]) New Jersey Agric. Exp. Stat. Bull. Q. 1892. Trenton.

[2]) Neue Krankheitserscheinung bei Syringa in Zeitschr. f. Pflanzenkr. I, 1891, S. 186.

[3]) Een Bakterienziekte der Syringen in Tijdschr. over Plantenziekten V, 1899, S. 177.

[4]) Diese Untersuchungen sind mitgeteilt von C. J. J. van Hall, Bijdragen tot de Kennis der bakterieele Plantenziekten, 1902, S. 142.

während z. B. *Quercus Cerris, Spiraea, Cytisus Adami, Deutzia scabra, Sorbus Aucuparia* usw. nicht infiziert wurden.

Der von BEIJERINCK *Pseudomonas Syringae* genannte Organismus ist sehr beweglich und stellt ein schlankes, 1,6 bis 3,2 μ langes und 0,2 bis 0,4 μ breites Stäbchen dar, das je nach der Nährflüssigkeit einzeln, zu zweien oder in kurzen Ketten auftritt. Gelatine wird verflüssigt; die Kolonien auf Fleischgelatine gleichen denen von *Bact. fluorescens liquefaciens.* Die Abtötungstemperatur liegt bei 50 bis 51°, bei 27° findet sehr beschleunigtes Wachstum statt. Der Organismus ist streng aërob und entwickelt kein Gas. Die weiteren biologischen Eigenschaften sind genau studiert worden und finden sich ausführlich bei VAN HALL[1]) angegeben.

Über die Vorbedingungen, welche zum Ausbrechen der Krankheit führen, ist wenig mehr bekannt als SORAUER's Bemerkung, dafs das Klima des Krankheitsherdes feucht sei. An und für sich würde es ja nicht undenkbar sein, dafs excessive Nässe die Pflanzen für den Angriff des Parasiten prädisponiert.

In Südfrankreich, Italien, Spanien, Portugal und auch in Kalifornien besitzen die Zweige des Ölbaumes häufig kuglige Anschwellungen, die mannigfach rissig oder durch tiefe Spalten lappig und gefaltet erscheinen und meist in der Mitte ein Loch haben, das durch die Zerstörung des Gewebes bedingt wird. Diese Holzknoten trocknen früh ab und verursachen auch ein baldiges Absterben der Zweige (Fig. 7, *1*). Man kennt die Krankheit in Frankreich unter dem Namen Loupe (Lupus) oder Gale (Räude), in Italien als Rogna (Räude). P. SORAUER schlägt dafür die Bezeichnung Krebsknoten vor.

Nachdem ARCANGELI im Gewebe der Krebsknoten Bakterien entdeckt hatte, sprach SAVASTANO[2]) aus, dafs diese die Ursache der Neubildungen seien. Später hat E. PRILLIEUX[3]) die Krankheit genauer untersucht. Der Organismus hat den Namen *Bacillus Oleae* (Arcang.) Trevis. erhalten.

Die Krankheit beginnt im Frühjahr damit, dafs auf der Rinde zweijähriger, selten drei- oder mehrjähriger Zweige sich durchsichtige Flecken zeigen. Im Innern dieser Stellen zeigen sich im Cambium oder in der innersten Rinde kleine Lücken, die mit Bakterien erfüllt und von abgestorbenen Zellen umgeben sind (Fig. 7, *3, 4, 5*). Die anfänglich kleinen Lücken vergröfsern sich zu unregelmäfsigen Höhlungen und bilden schliefslich die grofsen, kraterförmigen Lakunen am Scheitel des Krebsknotens (Fig. 7, *2*). In einiger Entfernung von diesen Lakunen befinden sich die Orte der lebhaftesten Zellenvermehrung. Die Gewebe fangen an zu verholzen und bilden die kurzzelligen Elemente des Wundholzes, die ganz den schneckenförmigen Verlauf der Holzfasern eines Maserknotens zeigen. Bei den ältern Knoten finden sich auch im Holzkörper Bacillenherde (Fig. 7, *7, 8*); allerdings geht hier die Zerstörung langsamer vor sich. Diese Holzkörper bestehen aus garbenartig sich innerhalb der Geschwulst ausbreitenden Strängen, die mit ihrer Basis sich dem normalen Zweigholz

---

[1]) l. c. S. 191.

[2]) Tuberculosi, iperplasie e tumori dell' olivo. Napoli 1887; Compt. rend. CIII, 1886, S. 1144.

[3]) Les tumeurs à bacilles des branches d'olivier et du pin d'Alep in Ann. de l'Instit. Agronom. XI, 1890. Nancy.

anfügen, bisweilen auch aus isolierten kugligen Holzmassen innerhalb der Geschwulst. Das excessive Wachstum der Randpartie des Krebsknotens über das bereits abgestorbene Zentrum hinweg ist sehr unregelmäſsig; die Ränder furchen und falten sich in verschiedenem Grade und sterben schlieſslich ab, wenn sie von den Bacillen ergriffen

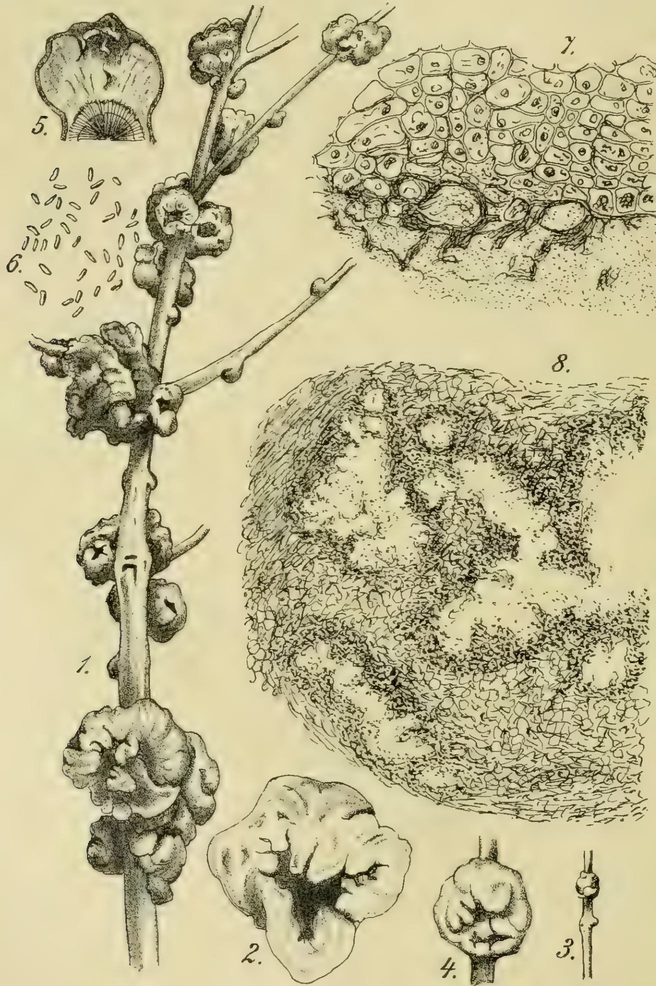


Fig. 7. Krebsknoten der Olive.

1 Olivenzweig mit Krebsknoten, nat. Gr. 2 Groſser Knoten, in der Mitte durchschnitten, nat. Gr. 3 Junger Krebsknoten, nat. Gr. 4 Derselbe, etwas vergr. 5 Derselbe im Durchschnitt. 6 Bacillen aus den Knoten, sehr stark vergr. 7 Höhlung mit Bacillen, stark vergr. 8 Mehrere Höhlungen aus einem Knoten mit Bacillen. Nach Prillieux.

werden. Dann stirbt die Aststelle zuletzt einseitig oder gänzlich ab. An der Produktion des Knotengewebes nehmen also alle Rindengewebe teil, zum Teil auch das Holz. Die Gröſse der Knoten ist verschieden; oft wird die Gröſse einer Walnuſs erreicht, ehe sie absterben.

Bacillus Oleae ist ein an den Polen abgerundetes, drei- bis viermal so langes wie breites, mittelgrofses Stäbchen (Fig. 7, *6*), das einzeln oder zu zweien liegt und langsam beweglich ist. Auf Gelatine bildet es rundliche, durchscheinende, strohgelbe Kolonien. Mit den Reinkulturen hat SAVASTANO Infektionen angestellt, durch welche die Krankheit erzeugt werden konnte. Er stach die Zweige mit einer Nadel an und tat dann in die Öffnung die Kulturflüssigkeit mit dem Bacillus hinein. Wie die Infektion in der Natur vorgeht, wissen wir nicht sicher; aufser durch Wunden dringt der Bacillus wahrscheinlich durch die Spaltöffnungen oder Lenticellen ein.

Nach SAVASTANO entwickeln sich die Krebsknoten auf fruchtbaren reich gedüngten Böden stärker als auf trocknen Hügeln. Verwundungen, die durch das Verschneiden des Laubes erzeugt werden, begünstigen ebenfalls die Ausbreitung der Krankheit. Diese Beobachtungen wird man bei der Bekämpfung der Krankheit zu berücksichtigen haben.

Ich möchte hier noch eine andere Bakterienkrankheit der Oleaceen anschliefsen, die P. VUILLEMIN[1]) auf denselben *Bacillus Oleae* zurückführt. F. NOACK[2]) hat 1893 unter dem Namen Eschenkrebs eine Krankheit von *Fraxinus excelsior* beschrieben, die hauptsächlich die jungen zwei- und mehrjährigen Zweige angreift. An ihnen befinden sich offene Krebswunden, die den Ast auf 2 bis 5 cm, oft noch weiter ringsum umfassen können. Der Krebsknoten selbst übertrifft die Dicke der Äste oft um das Doppelte. Die Rinde zeigt sich im Umkreise verfärbt, gelblich bis zimmetrot und unregelmäfsig borkig aufgerissen. Die Ränder der Wunden sind wulstig aufgeworfen; im Innern ist das Rindengewebe gebräunt und durch unregelmäfsige Quer- und Längsspalten zerklüftet. Als erste äufserlich erkennbare Spur des Krebses zeigt sich eine Beule, die zuerst mit einem Längsrifs aufspringt, an den sich dann die übrigen Risse anschliefsen. Aufserdem findet man an den Ästen eigentümliche, harte, verästelte Gebilde, welche aus neugebildeten Blüten- und Fruchtständen bestehen[3]). Auf den Blättern und Blattstielen zeigen sich ebenfalls häufig braune Flecken, welche zuletzt aufreifsen. Zwischen den Gewebezellen findet sich überall ein Schleim, der dicht mit Bakterien erfüllt ist. Die Bakterien sind stäbchenförmig, meist leicht gekrümmt, an den Enden abgerundet und leicht verdickt, 2,6 μ lang, 0,5 μ breit. Oft hängen zwei Stäbchen zusammen.

P. VUILLEMIN[4]) hat sich dann später mit der Krankheit beschäftigt und identifiziert die Bacillen des Eschen- und Ölbaumkrebses. Er gibt an, dafs *Bacillus Oleae* nicht imstande ist, in die unverletzten Zweige einzudringen, sondern gleichsam eines Vehikels bedarf, das ihm das Eindringen ermöglicht. Als solches sieht er bei der Esche den *Phytoptus fraxini* an, der die Gallen der Blütenstände erzeugt. Aufserdem weist er nach, dafs auf den kranken Zweigen beider Bäume

---

[1]) Quelques champignons arboricoles nouveaux ou peu connus in Bull. Soc. Myc. France XII, 1896, S. 41.

[2]) Der Eschenkrebs, eine Bakterienkrankheit in Zeitschr. f. Pflanzenkr. III, 1893, S. 193.

[3]) Dies sind Gallen, die durch Phytoptus fraxini erzeugt werden, und in die später der Bacillus eindringt.

[4]) Siehe noch: Traité de pathologie générale du Prof. Bouchard I, S. 130.

häufig *Chaetophoma oleacina* P. Vuillem. vorkommt: dieser Pilz würde also ebenfalls eine Eingangspforte für den Bacillus erzeugen. Wie weit diese Anschauungen richtig sind, mufs die weitere Untersuchung lehren.

14. Die Bakteriosen der Kartoffeln.

Von aufserordentlicher Wichtigkeit für die Landwirtschaft sind die Bakterienfäulen der Kartoffeln, die meist erst an den eingeernteten Kartoffeln im Winterlager auftreten und durch ihre schnelle Ausbreitung gewaltigen Schaden verursachen können. Wir lernen später noch eine Bakterienfäule der Kartoffeln kennen, deren Ursache *Bacillus Solanacearum* ist. Die Krankheitserscheinungen, welche jetzt besprochen werden sollen, tragen durchaus keinen einheitlichen Charakter, obwohl sie am letzten Ende alle zu einer Verjauchung des Knolleninhaltes führen. Nicht blofs die Erreger der als „Nafsfäule" zu bezeichnenden Krankheit sind verschieden, sondern auch die Begleiterscheinungen, die durch sekundär hinzukommende Bakterien oder Fadenpilze verursacht werden. Wir wollen deshalb im folgenden versuchen, einige feste Gesichtspunkte zur Beurteilung der einzelnen Krankheitserscheinungen dadurch zu gewinnen, dafs wir einen Überblick über die wichtigsten Arbeiten geben.

Als „nafsfaul" wird vom Landwirt die Knolle bezeichnet, die schon im Acker bei der Ernte oder auch in den winterlichen Aufbewahrungsräumen einen weichen, breiartigen, höchst übelriechenden, bald hellgelben oder bald mehr chromgelben Inhalt aufweist. Die Kartoffel kann dabei ihr straffes Aussehen behalten und erst durch Druck erkennen lassen, dafs die häufig unverletzte Schale nur ein gedunsener Sack mit gelbem, jauchigem Inhalte ist (Fig. 8, *1*). Wird eine solche Knolle angestochen, so läuft eine scharf sauer reagierende, in den meisten Fällen nach Buttersäure, bisweilen aber auch in anderer Weise ekelerregend riechende Flüssigkeit ab, wobei vielfach Gasblasen mitausgetrieben werden. Der feste rückbleibende Brei reagiert entweder sofort oder nach kurzer Zeit alkalisch. Ausnahmen kommen vor, wenn die Zersetzung in anderer Richtung verläuft. Die mit destilliertem Wasser verdünnte Flüssigkeit bleibt sauer, und der trocknende Brei nimmt in der Regel an Intensität seiner alkalischen Reaktion zu. Das sogenannte „Ersaufen der Knollen" ist dieselbe Krankheit.

Am schönsten tritt die alkalische Reaktion in dem Gewebe auf, das bereits vollkommen breiartig geworden, während die Vorstufen dieser Fäulnis, welche diejenigen Stadien umfassen, in denen das Gewebe der Knolle noch fest ist, gröfstenteils das Lackmuspapier stark röten.

Unter dem Mikroskop erscheint der flüssige Brei der Hauptsache nach aus Stärkekörnern und Plasmaresten nebst zahllosen Bakterien zusammengesetzt. Ein etwas früherer Zustand zeigt die Stärkekörner noch von den Zellmembranen eingeschlossen, aber die Zellen selbst schon aus ihrem Verbande gelöst und teilweise als etwas schlaffe Säckchen aufeinandergesunken (Fig. 8, *2*). Bei einer nur von einem kleinen Rotzherde ausgehenden, in das gesunde Gewebe langsam fortschreitenden Erkrankung nimmt man wahr, dafs bei trockner Aufbewahrung der Knolle der Verjauchungsprozefs sistiert werden kann, und es bilden sich dann an der Grenze des gesunden Gewebes unter Lösung und wahrscheinlich auf Kosten der Stärke um die verjauchte Stelle herum

oft Zonen von Korkzellen in dem Parenchym des Knollenfleisches aus. Bei dem Zusammentrocknen derartiger Knollen entstehen an Stelle der Jaucheheerde Löcher in der Kartoffel, welche häufig von gelb oder violett gefärbten Pilzmassen ausgekleidet sind. Das noch nicht gelöste, in vielen Fällen von der Rinde aus gebräunte, durch seinen Zuckergehalt als nicht mehr gesund erkennbare Gewebe wird bei dem Trocknen zunderartig locker; die Korkschale ist meist besetzt mit weifslichen, dichten, etwas fleischigen Pilzpolstern. In diesem Zustande wird die Knolle als „trockenfaul" bezeichnet. Zuletzt schrumpfen solche trockenfaule Kartoffeln in trockner Umgebung zu ganz harten trocknen, manchmal scheibenförmig zusammengedrückten Körpern ein, die beim Durchbrechen eine kreidige Bruchfläche zeigen.

Die Trocken- oder Stockfäule trat nach J. Kühn[1]) zuerst 1830 in der Eifel und bis 1842 in zunehmender Heftigkeit in ganz Deutschland auf. Seit dieser Zeit nahm sie allmählich an Intensität ab. Man brachte die Nafsfäule zuerst mit der gleichzeitig heftig wütenden Phytophthoraerkrankung der Kartoffeln in Verbindung. Indessen lernte man bald die Unterschiede zwischen der durch Bakterien und der durch die Phytophthora verursachten Zersetzung beachten. Bei dem letzteren Pilze findet sich im Knollengewebe stets Mycel; der Inhalt der Zellen färbt sich braun und schlägt sich an den Zellwandungen nieder; dann wird die Stärke teilweise gelöst, aber die Zellwand verschont. Bei der Bakterienfäule findet genau das Umgekehrte statt.

Man erkannte in dem verjauchten Gewebe sehr bald die Bakterien und identifizierte sie wegen des auftretenden Buttersäuregeruches und ihrer Form mit dem Buttersäurebacillus.

P. Van Tieghem[2]) hatte zuerst die allgemeine Bedeutung erkannt, die der von ihm *Bacillus amylobacter* (Fig. 4, *3*) genannte Pilz bei der fauligen Zersetzung von Pflanzengeweben besitzt. Er wies nach, dafs dieser Organismus exzessiv anaërob ist, und schreibt ihm ein ganz allgemeines Vorkommen zu, das selbst bis in die Steinkohlenperiode reichen soll. In Dünnschliffen durch verkieselte Wurzelstücke aus dieser Epoche hat man Spuren des Bacillus gefunden, ohne dafs natürlich Van Tieghem den strikten Nachweis von der Identität der heutigen und der archaischen Form zu führen imstande ist. Prażmowski[3]) hat dann den Pilz genauer auf seine biologischen Eigenschaften untersucht und ihn *Clostridium butyricum* genannt, unter welchem Namen er am meisten bekannt ist. Endlich haben dann J. Reinke und G. Berthold[4]) bei ihren Untersuchungen denselben Organismus vor sich gehabt und ihn *Bacterium navicula* genannt. Alle diese Untersuchungen liegen vor der bakteriologischen Ära und können deshalb nur bis zu einem gewissen Grade Anspruch auf Richtigkeit haben.

Erst im Jahre 1890 hat E. Kramer[5]) mit allen neueren Hilfsmitteln die Frage der nafsfaulen Kartoffeln von neuem in Angriff genommen und erwiesen, dafs ein Bacillus die Ursache ist, der mit dem *B. amylo-*

---

[1]) Krankheiten der Kulturgewächse 1858, S. 202.

[2]) Sur le Bacillus amylobacter et son rôle dans la putréfaction des tissus végétaux in Bull. Soc. Bot. France XXIV, 1877, S. 128.

[3]) Zur Entwickelungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bakterienarten in Botan. Zeit. 1879, S. 409.

[4]) Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Berlin 1879.

[5]) Bakteriologische Untersuchungen über die Nafsfäule der Kartoffelknollen in Österreich. landw. Centralbl. I, 1891, S. 11.

bacter nichts zu tun hat, sondern ihm nur verwandt ist. W. MIGULA[1]) hat dann später diesen Organismus mit dem Namen *Bacillus solaniperda* belegt. Im Gegensatz zu dem Buttersäurebacillus ist der neue Organismus aërob. Die Stäbchen sind 2,5 bis 4 μ lang und 0,7 bis 0,8 μ breit; in Nährlösungen und auf Kartoffelscheiben bildet er gewöhnlich blofs Stäbchen von 1,5 bis 2 μ Länge. An den Enden sind sie abgerundet; häufig treten auf Gelatine- und Agarplatten Ketten oder scheinbar ungegliederte Fäden auf. Niemals kommen spindelförmige Gestalten vor, wie bei *B. amylobacter*. Sporenbildung findet statt; die auftretende Spore füllt die ganze Bakterienzelle aus. Die Zellen sollen aktiv beweglich sein, doch hat KRAMER keine Geifseln gefunden. Gelatine wird sehr energisch verflüssigt. Mit Lackmus oder Karmin gefärbte Gelatine wird entfärbt; in dextrosehaltiger Nährlösung werden Kohlendioxyd und Buttersäure entwickelt. Cellulose löst er fast nicht.

Mit den Reinkulturen dieses Organismus hat KRAMER Infektionsversuche an gesunden Kartoffeln angestellt. Zu diesem Behufe wurde eine Nährlösung hergestellt, bestehend aus einem wässerigen, mit 1 bis 2 % Dextrose versetzten Kartoffelbreiauszug. In diese sterilisierte Lösung wurden gesunde Kartoffeln, die oberflächlich gut gereinigt und mit Sublimatlösung sterilisiert waren, gelegt und dann der Bacillus in die Lösung geimpft. Es zeigte sich nun, dafs die Kartoffeln an typischer Nafsfäule erkrankten, und zwar ohne Zutun eines andern Organismus. Natürlich gelang bei der Umständlichkeit dieser Versuchsanstellung nicht jeder Versuch; trotzdem aber wurde doch der Beweis geliefert, dafs *Bacillus solaniperda* allein imstande ist, Nafsfäule zu erzeugen. Die Eingangswege für den Bacillus sind die Lenticellen. Die eingedrungenen Bacillen lösen zuerst die vorhandenen löslichen Kohlehydrate (Zucker) auf, indem sie daraus Kohlensäure und Buttersäure bilden, dann zerstören sie die Intercellularsubstanz und greifen auch die Membranen an. Die Stärke erleidet keine Veränderung. Dies ist das erste Stadium der Zersetzung, in dem die Knolle sauer reagiert. Weiter werden dann die Eiweifsstoffe zersetzt, wobei Ammoniak, Methyl- und Trimethylamin gebildet werden. Wenn nun diese Basen die gebildete Buttersäure neutralisiert haben, so bekommen wir das zweite Stadium der Nafsfäule, in dem die Knolle alkalisch reagiert. Dementsprechend werden also stärkereiche, völlig ausgereifte und daher zuckerarme Kartoffeln weniger von der Fäule angegriffen als zuckerreiche, die weniger stärkehaltig sind.

Wir haben es demnach bei der von KRAMER untersuchten Bakterienfäule mit einer Erkrankung zu tun, die ein ganz bestimmtes Krankheitsbild gibt und auch in bezug auf den Erreger eindeutiger Natur ist. Im Gegensatz dazu sind nun von andern Forschern andere Bakterien als Erreger der Nafsfäule bezeichnet worden. Mit diesen Krankheitsformen wollen wir uns jetzt beschäftigen.

B. FRANK[2]) hat die verschiedenen Fäulen der Kartoffelknollen eingehender untersucht und fand einen Micrococcus als Urheber einer Nafsfäule, die bei den noch im Acker befindlichen Kartoffeln beobachtet

---

[1]) System der Bakt. II, 573.

[2]) Untersuchungen über die verschiedenen Erreger der Kartoffelfäule in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XVI, 1898, S. 273; ferner Kampfbuch, S. 200, und Die Bakterienkrankheiten der Kartoffeln in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. V, 1899, S. 98.

wurde. *Micrococcus phytophthorus* ist ein kleiner Coccus, dessen Zellen etwa 0,5 μ im Durchmesser haben und einzeln oder bis drei oder fünf in Reihen verbunden sind. Auf der nicht verflüssigten Gelatine werden zweierlei Kolonien gebildet, die einen mit dünner, sich etwas rosettenförmig ausbreitender Oberflächenschicht, die andern mit derselben Oberflächenschicht, die sich aber an einer Stelle trichter- oder fadenartig in die Gelatine einsenkt. Zwischen beiden Kolonien kommen Übergänge vor.

Denselben Spaltpilz hat nun Frank bei der als Schwarzbeinigkeit der Kartoffel bekannten Krankheit gefunden und erfolgreiche Übertragungsversuche von krankem Stengelgewebe auf gesunde Knollen gemacht. Da er aber nicht mit Reinkulturen gearbeitet hat, sondern nur mit dem nach seiner Meinung allein von dem Micrococcus durchsetzten Pflanzenmaterial, so läfst man diese Versuche am besten ganz aufser acht. Wir kommen auf den Micrococcus noch bei der später zu besprechenden Schwarzbeinigkeit der Kartoffel zurück.

Ist somit schon Frank den Beweis schuldig geblieben, dafs sein Organismus für sich allein Erreger der Bakterienfäule sein kann, so geht es mit einer Anzahl anderer Organismen nicht viel anders.

Erwähnung zu tun wäre des schon oben gedachten Buttersäurebacillus, der früher noch als Ursache angesehen wurde, aber bei seiner allgemeinen Verbreitung wohl nur ein sekundärer Saprophyt ist, der allerdings mit dem *Bacillus solaniperda* infolge der Buttersäureproduktion vielfach verwechselt wurde. Trotzdem keine Impfungsversuche mit Reinkulturen vorliegen, ist doch kaum zu bezweifeln, dafs bei besonders günstigen Umständen dieser Organismus eine Fäule hervorzurufen imstande sein würde. Das scheint aus den Untersuchungen von Reinke und Berthold über die Zersetzung der Kartoffeln hervorzugehen, die mit diesem Organismus arbeiteten.

Mit Krankheiten der Knollen, die aber weniger eine allgemeine Fäule als vielmehr partielle Erkrankungen hervorrufen, beschäftigte sich E. Roze[1]). In kleinen, braunen, durchlöcherten Knöllchen an der Oberfläche der Kartoffeln, und zwar an den Zellkernen am Rande der verfärbten Stellen, fand sich *Micrococcus nuclei*. Die Kartoffeln schmecken infolge der Flecken unangenehm. Auf der Sorte Richter's Imperator wurde ein *Micrococcus imperatoris* gefunden, der Höhlungen in den Knollen verursacht. Ein anderer, ebenda gefundener Organismus, erzeugt einen gelblichen Schleim und wird *M. flavidus* genannt. Als Ursache der Trockenfäule gilt *Micrococcus albidus*, der dem sonst als Ursache angesehenen *Fusisporium Solani* den Weg in der Knolle bahnen soll. Endlich soll die Ursache des Schorfes ein *M. pellucidus* sein, der ebenso wie der vorige Micrococcus mit den andern als Ursache des Schorfes angesehenen Organismen stets vergesellschaftet ist. Wie weit alle diese Untersuchungen der Wahrheit nahekommen, müssen Nachprüfungen von anderer Seite lehren.

Aufserdem wurden von Wehmer, Laurent, Jensen u. a. Versuche über die Erkrankung von Kartoffeln durch Bakterien angestellt, doch bedienten sie sich dazu nicht spezifisch pathogener Formen. Bevor wir aber diese Untersuchungen, die sich hauptsächlich mit der Prädisposition der Knollen für die Nafsfäule beschäftigen, näher besprechen,

[1]) Compt. rend. LXXXXVI, S. 543, 750, 1012; ferner Bull. Soc. Myc. France XIII, 1897, S. 23, .9.

sollen erst noch die Stengel- und Blattfäulen der Kartoffelpflanze ihre Darstellung finden, da ihre Erreger häufig auch auf die Knollen übergreifen und typische Fäulen hervorzurufen imstande sind.

Eine Stengelfäule der Kartoffelpflanze haben zuerst E. PRILLIEUX[1]) und G. DELACROIX im Jahre 1890 in Frankreich beobachtet (später auch von E. ROSTRUP in Dänemark gefunden). Die Stengelgewebe sterben von der Bodenoberfläche an ab, fallen vollständig zusammen und sind in ihren Wandungen tief braun gefärbt. Wenn die Krankheit nur eine Seite des Stengels ergriffen hat, so entsteht eine Furche. In den gebräunten Zellen befinden sich ungeheure Mengen von Bakterien. Bei Infektionsversuchen ergab sich, dafs die durch die Impfnadel verursachte kleine Wunde sich schon nach wenigen Tagen mit einer braunen, brandigen Gewebezone umgab. Auf Querschnitten durch solche Impfstellen erkennt man die Bakterien in den toten Zellen und ebenso auch solche in den angrenzenden, noch chlorophyllhaltigen Zellen. Eine ganz ähnliche Erkrankung wurde auch bei *Pelargonium* an den Stengeln beobachtet, die ebenfalls von einem Bacillus verursacht wurde. Da sich die Fäulen wechselseitig übertragen lassen, so schliefsen die beiden Untersucher daraus auf die Identität des Erregers, den sie *Bacillus caulivorus* nennen. Die Länge der Stäbchen beträgt etwa 1,15 μ und die Breite nur etwa 0,4 bis 0,6 μ. Bouillon und Gelatine nehmen durch den Bacillus eine auffallende urangrüne Färbung an. Die Krankheit konnte auch bei Begonien, Gloxinien, Lupinen und Bohnen erzeugt werden; bei andern Pflanzen blieben die Übertragungen ergebnislos. Die ätiologischen Verhältnisse können bei dieser Krankheit noch keineswegs als völlig geklärt gelten, zumal es nicht sicher ist, ob dieser *Bacillus caulivorus* nicht mit *B. putrefaciens liquefaciens* Flügge, wie LAURENT meint, identisch ist.

Danach hat S. IWANOFF[2]) Untersuchungen über eine ähnliche Krankheit angestellt, welche im Jahre 1898 bei St. Petersburg das Kartoffelkraut vernichtete und den Ertrag an Knollen verringerte. Die Infektion beginnt an Verletzungen oder den Stomata des Stengels und verbreitet sich als brauner Flecken um den ganzen Stengel herum. Der Stengel beginnt danach einzuschrumpfen, die Erkrankung geht in die Blattstiele über, und die Blätter verwelken bald darauf. Etwa 12 bis 20 Tage nach der Infektion ist die Pflanze tot. Die Stengel und Blätter zeigen dann dunkelbraune Verfärbung. Auf Schnitten sieht man ungeheure Mengen von Bakterien, die Zellwandungen bräunen sich, und der feste Inhalt der Zellen verschwindet, indem er durch Zellsaft ersetzt wird, in welchem die Bakterien schwärmen. Die Zellwandbräunung beginnt bei der Epidermis und setzt sich nach innen zu bis zum Markgewebe fort. Nach oben und unten verbreiten sich die Bakterien längs der Leitungsbahnen. Zuletzt werden die Zellen voneinander gelöst und zertrümmert. Die Stärke wird nicht angegriffen, aber im Mark- und Rindenparenchym gibt sich eine gesteigerte Ablagerung von Kalkoxalatkristallen kund. Der Saft der kranken Pflanzen reagiert alkalisch. In die Knollen steigt der Bacillus nicht hinab.

[1]) La gangrène de la tige de la pomme de terre, maladie bacillaire in Compt. rend. CXI, 1890, S. 208; ferner PRILLIEUX, Maladies etc. I, 15.

[2]) Über die Kartoffelbakteriosis in der Umgegend St. Petersburgs im Jahre 1898 in Zeitschr. f. Pflanzenkr. IX, 1899, S. 129.

In den meisten Fällen wurde ein lebhaft bewegliches Stäbchen von oval-zylindrischer Gestalt gefunden, das etwa 0,5 bis 1,5 μ lang war. In späteren Stadien der Zersetzung fanden sich noch andere Bakterien vor, ferner Hefen, *Fusarium Solani*, *Verticillium alboatrum*, *Rhizoctonia Solani* u. a. Die Reinkultur wurde unternommen und ergab zwei Bakterienarten, die sich aber nicht als pathogen erwiesen. Übertragungen der Krankheit mit dem Safte der erkrankten Pflanzen gelangen dagegen vollkommen.

Iwanoff vergleicht die Fäule mit der von *Bacillus Solanacearum* verursachten Kartoffelkrankheit; ob mit Recht, mag dahingestellt sein. Jedenfalls geht aus seinen Untersuchungen nichts Genaueres über den Erreger hervor.

Eine andere Erkrankung der Kartoffelstengel, die sich aber im wesentlichen auf die Gefäfse beschränkt, hat G. Delacroix [1]) beschrieben. Zuerst werden die Blätter gelb und vertrocknen stellenweise; die Stengel werden immer dünner und sterben schliefslich von unten her ab; die Knollen erkranken ebenfalls, aber nicht immer. Auf Schnitten erkennt man, dafs die Gefäfsregion gelb verfärbt ist. In den Gefäfsen selbst hat sich gelbliches Gummi ausgeschieden, und stellenweise ist der Verschlufs durch Thyllen erfolgt. Als Ursache wurde der *Bacillus solanincola* erkannt, der auf den gewöhnlichen Nährmedien wächst. Die Stäbchen sind meist 1,5 bis 1,75 μ lang und 0,25 μ dick; meist liegen sie einzeln; selten bleiben zwei verbunden. In Bouillon wird nach längerer Zeit Schleim erzeugt; zum Unterschied von *B. caulivorus* scheidet der neue Organismus keinen Farbstoff ab. Gelatine wird verflüssigt. Die Reinkulturen wurden zu Impfversuchen benutzt, die gut gelangen.

Wahrscheinlich sind mit dieser Stengelbakteriosis die Erkrankungen identisch, welche Debray und Roze auf die Tätigkeit ihrer rätselhaften *Pseudocommis Vitis* zurückgeführt haben. In den späteren Stadien der Krankheit treten viele andere Pilze auf, die auch sonst auf den Kartoffeln häufig gefunden werden. Von diesen ist nur *Rhizoctonia Solani* als Parasit bekannt, während die übrigen rein saprophytisch leben. Auch Tomaten können von dem Bacillus infiziert werden; namentlich erkranken die frühen, schnellwüchsigen Sorten sehr schnell. Wie in den übrigen Fällen, so dienen Wunden, die durch Insekten oder andere Einflüsse verursacht sind, dem Bacillus als Eingangspforten in die Pflanze.

Die Krankheit wurde bisher in Frankreich und Irland beobachtet, scheint aber nur unbedeutenden Schaden anzurichten. Als Bekämpfungsmittel empfiehlt Delacroix eine Wechselwirtschaft mit mindestens dreijähriger Periode und Verwendung von ungeschnittenem Saatgut aus unverseuchten Gegenden.

Eine echte „Schwarzbeinigkeit“ der Stengel hat J. C. C. van Hall [2]) studiert. Die Krankheit zeigte sich in Holland im Juli an den vollständig oder fast vollständig ausgewachsenen Kartoffelpflanzen. Die unteren Blätter nehmen eine gelbliche Färbung an und sterben ab; allmählich folgen die oberen Blätter nach. Der Stengel nimmt von

---

[1]) Sur une maladie bactérienne de la pomme de terre in Compt. rend. CXXXIII, 1901, S. 417, und Contributions à l'étude d'une maladie nouvelle de la pomme de terre, produite par le Bacillus solanincola n. sp., ebenda S. 1030.

[2]) Bijdragen tot de Kennis der bakterieele Plantenziekten. Dissert. Amsterdam 1902.

der Basis an nach oben fortschreitend eine pechschwarze Färbung an, indem er gleichzeitig weich und faulig wird und einen widerlichen Geruch verbreitet. Gewöhnlich ist die Stengelbasis schon völlig abgestorben, während die Spitze noch grün erscheint. Die erkrankten Pflanzen sterben bald ab und geben natürlich keine oder geringe Knollenerträge.

Auf Schnitten fand sich, dass die Gefäfse mit Bakterien vollgestopft waren; auch die Intercellularräume von Mark und Rinde wimmelten davon. Dieser Befund ergab sich nicht blofs für das geschwärzte Stengelstück, sondern auch weiter oben im noch grünen Teil waren die Bakterien zu finden.

Der von van Hall als *Bacillus atrosepticus* bezeichnete Organismus wurde rein kultiviert. Die Stäbchen sind 0,8 bis 1,6 μ lang, 0,2 bis 0,4 μ breit, meist einzeln, sehr selten zu zweien verbunden, häufig Zoogloeen von vier bis zehn Stück. Sie bewegen sich lebhaft und besitzen 10 bis 15 μ lange Geifseln. Gelatine wird verflüssigt, aber in verschiedenem Grade; auf schwach saurer Fleischgelatine findet überhaupt keine, auf schwach alkalischer Gelatine nur sehr geringe Verflüssigung statt.

Die Bakterien werden durch Erhitzen auf 52° während zehn Minuten sicher abgetötet; bei 27° findet sehr kräftiges Wachstum statt. Van Hall hat die biologischen Eigenschaften sehr eingehend studiert, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann.

Die Infektionen wurden mit wechselndem Erfolge vorgenommen. Wenn ältere Stengelstücke und Knollenscheiben in Petrischalen infiziert wurden, so erfolgte Infektion bei Erhöhung der Temperatur auf 27° sehr leicht und bei längerem Verweilen bei 23° ebenfalls noch prompt; dagegen traten bei Zimmertemperatur die Fäulniserscheinungen an den Knollen nur sehr langsam ein. Bei den lebenden Pflanzen wurden nicht besonders sichere Resultate erzielt, da die typische Schwarzbeinigkeit nicht auftrat, sondern nur in einigen Fällen Dunkelfärbung des infizierten Stengels und nachheriges Vertrocknen. Infektionen von Möhren, Blumenkohl, Tomaten führten zu keinem rechten Resultat. Da die älteren Stengelpartien nicht infizierbar sind, so müssen in der Natur die jugendlichen Stengel angegriffen werden; allerdings müfste man sich dann vorstellen, dafs die Bakterien zuerst nur sehr langsam wuchern, um dann erst im Juli mit voller Kraft einzusetzen und die Pflanze zum Absterben zu bringen. In der Kultur geht die Virulenz bald verloren; sie findet sich aber sofort wieder ein, wenn mit diesem fast wirkungslosen Material junge Knollen geimpft werden und von diesen dann eine neue Reinkultur angestellt wird. Alle diese Dinge sprechen eigentlich mehr für einen gelegentlichen Parasiten, der sich sonst als harmloser Bewohner im Boden findet, als für einen streng auf die Kartoffel angepafsten Organismus.

Die neueste Untersuchung der „Schwarzbeinigkeit“ rührt von O. Appel[1]) her, der auf Grund eines sehr breiten Materials den Verlauf und die Ausbreitung der Krankheit feststellen konnte. Wahrscheinlich hatte Appel dieselbe Krankheit vor sich, die Frank auf

[1]) Untersuchungen über die Schwarzbeinigkeit und die durch Bakterien hervorgerufene Knollenfäule der Kartoffel in Arb. a. d. Biol. Abteil. f. Land- u. Forstwirtsch. am Kais. Gesundheitsamt III, 1903, S. 364.

Micrococcus phytophthorus zurückgeführt hat (vergl. oben S. 69): nach seiner Meinung ist es sogar höchstwahrscheinlich, dafs Frank mit demselben Organismus gearbeitet und ihn nur in eine falsche Gattung versetzt hat. Wenn diese Ansicht zutreffend wäre, so würden Frank's

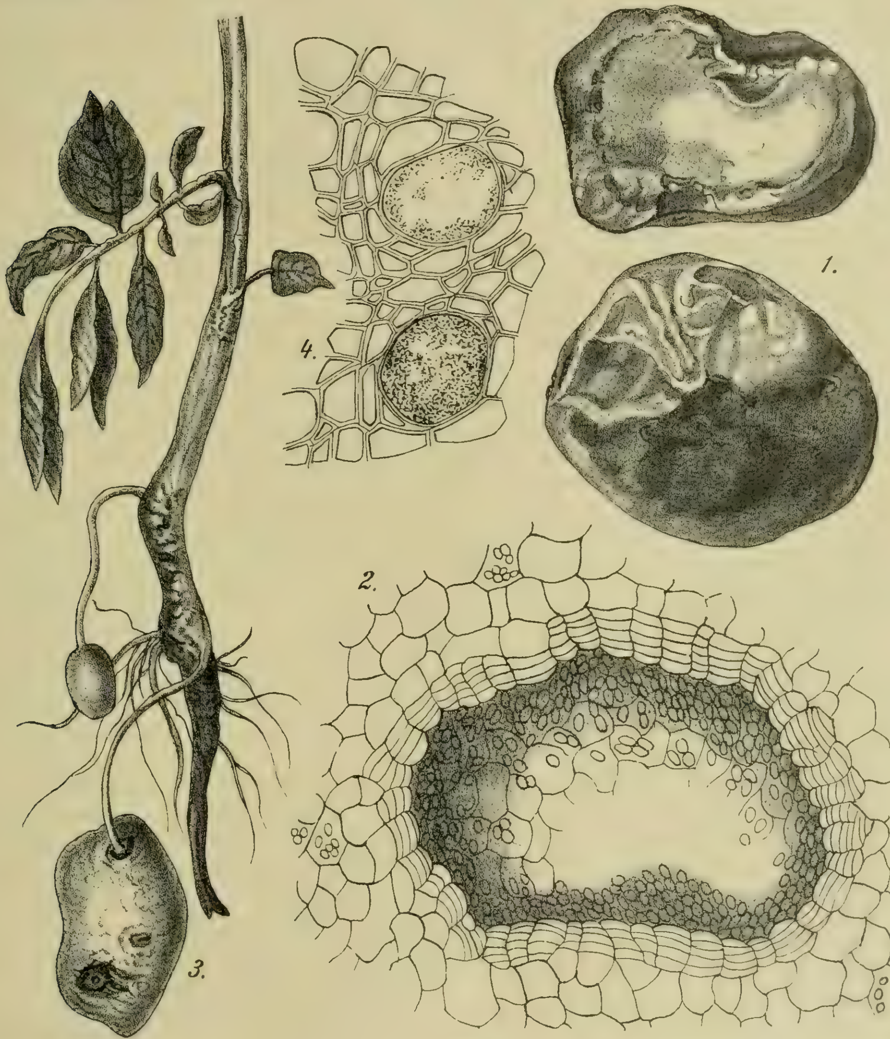


Fig. 8. Kartoffelbakteriosen.

1 Nafsfaule Kartoffel von aufsen und durchschnitten. Nat. Gr. *2* Querschnitt durch eine von Bakterien erfüllte Höhlung einer nafsfaulen Kartoffel. Stark vergr. *3* Habitusbild einer von Schwarzbeinigkeit befallenen Pflanze. Verkl. *4* Querschnitt durch den Stengel mit bakterienerfüllten Zellen. Stark vergr. (*2*, *3* nach Sorauer, *4* nach Appel, *1* Orig.)

Beobachtungen jetzt ihren Abschlufs gefunden haben: auf alle Fälle tut man gut, den Frank'schen Micrococcus als Erreger einer Fäule ein für allemal ganz beiseitezulassen.

Die Schwarzbeinigkeit tritt gewöhnlich im Juli oder August, seltener im Juni auf und macht sich dadurch bemerkbar, dafs einzelne

untere Blätter gelb werden, worauf ein rasches Abwelken der Stengel erfolgt. Der Stengel zeigt an dem in der Erde steckenden Teil schwarze, erweichte Flecken, die sich schnell über den ganzen unteren Stengelteil ausdehnen (Fig. 8, *3*); über der Erde finden sich nur selten Faulstellen, weil die Bakterien das Austrocknen nicht vertragen können. Die Ausbildung der Knollen unterbleibt natürlich an den vollständig erkrankten Stengeln. Mikroskopisch sieht man, dafs der Verband der Zellen durch Auflösung der Mittellamellen völlig gelockert ist; zwischen den Zellrudimenten befinden sich die Bakterien in grofsen Massen. Dagegen werden die festeren Teile des Stengels, wie die Leitungsbahnen und mechanischen Elemente, nicht angegriffen, so dafs selbst bei völliger Erkrankung des Stengels der Zusammenhang gewahrt bleibt.

Die Infektion im Freien erfolgt wohl in der Regel durch erkrankte Knollen, wobei aber nicht alle Stengel krank zu werden brauchen. Die Vergröfserung der Flecken geht im Anfang nur ganz allmählich vor sich; erst wenn feuchte Witterung bei hoher Sommertemperatur eintritt, erfolgt ihre schnellere Ausdehnung. Auch von der Erde aus kann die Infektion der Stengel statthaben, wobei dann als Eingangspforten wohl Verwundungen in Betracht zu ziehen wären. Bisweilen treten auch an den oberirdischen Organen, wie Blättern, Blütenstielen usw., einzelne braune Flecken auf, die ebenfalls durch den Bacillus verursacht werden. Da eine Infektion durch Erdteilchen usw. völlig ausgeschlossen ist, so können die Bakterien nur durch die Gefäfse in die unverletzten Teile von der Knolle oder Stengelbasis gekommen sein. Dies läfst sich auf Serienschnitten sowohl mikroskopisch wie kulturell nachweisen (Fig. 8, *4*). Wie schon gesagt, greift die Erkrankung auch auf die Knollen über und verursacht Fleckenbildung oder völliges Ausfaulen.

Die Übertragungsversuche wurden sowohl mit Reinkulturen wie mit erkranktem Gewebe gemacht; auch der Boden wurde infiziert. Aus allen Versuchen geht hervor, dafs die Infektion mit beinahe völliger Gewifsheit gelingt, so dafs der Bacillus als Erreger der Schwarzbeinigkeit anzusehen ist.

Der *Bacillus phytophthorus* Appel (= *Micrococcus phytophthorus* Frank?) ist ein ziemlich dickes Stäbchen von etwa 0,8 μ Breite und je nach dem Substrat verschiedener Länge. Auf den Knollen ist er meist 1,2 bis 1,5 μ lang; auf Agar und Gelatine finden sich bis 8 μ lange Zellen. Die Stäbchen sind beweglich mit Hilfe von langen, peritrichen Geifseln von verschiedener Anzahl (bis sechs). Gelatine wird schnell verflüssigt; auf rohen Kartoffelscheiben wächst er schnell und charakteristisch. Bei 48 bis 50^0 wird das Wachstum sistiert; bei 55^0 tritt der Tod ein. Von 10^0 abwärts wird das Wachstum verlangsamt, und bei 4 bis 5^0 wird es ganz sistiert, obgleich der Bacillus nicht abstirbt.

Die Fäule tritt auch auf Gurken und *Vicia Faba* auf; auf Möhren, Teltower Rüben, Lupinen, Tomaten liefs sie sich leicht übertragen, während Zuckerrüben, Pelargonien, Getreide unter allen Umständen gesund blieben. An der Hand eines reichen statistischen Materials wird dann die Verbreitung der Schwarzbeinigkeit untersucht. In Deutschland ist sie überall zu finden; nur tritt sie im Nordosten viel stärker auf als im Südwesten mit seinem geringen Kartoffelbau. Für andere Länder wird die Schwarzbeinigkeit zwar angegeben, doch könnte leicht eine Verwechslung mit den oben abgehandelten Fäulen

eingetreten sein. Die frühen Kartoffelsorten hat man stärker erkrankt gefunden als die späten. Betreffs der Lage haben sich niedrig gelegene Felder mit bindigem Boden besonders gefährdet gezeigt[1]).

Eine Bekämpfung der Erkrankung auf dem Felde ist nicht möglich, wohl aber lassen sich Verhütungsmittel angeben. Zunächst ist Fruchtwechsel angebracht, wenn sich auf dem Felde erkrankte Kartoffeln, Gurken, Lupinen, Möhren usw. gezeigt haben. Die Aufbewahrung der Kartoffeln soll in trockenen, möglichst kühlen Mieten erfolgen, denn die Versuche haben gezeigt, dafs selbst erkrankte Knollen bei dieser Aufbewahrung sich ausheilen. Das Aussaatmaterial soll gesund sein; zeigen sich aber doch kranke Knollen, so soll das Saatgut vorher sorgfältig abgetrocknet werden; auch das Zerschneiden der Knollen meide man. Endlich ist eine zu starke Stickstoffdüngung und Kalkdüngung zu vermeiden.

Endlich sei noch des Kartoffelschorfes Erwähnung getan, obwohl er höchstwahrscheinlich nicht durch Bakterien verursacht wird. Der Schorf ist eine Erkrankung der äufseren Schale der Kartoffelknolle. Wahrscheinlich geht der Anstofs dazu von einer Lenticelle aus; das erkrankte Gewebe wird durch eine Peridermschicht abgetrennt. Dieser Prozefs kann mehrmals erfolgen, wodurch dann gröfsere oder kleinere Partien des stärkehaltigen Parenchyms zum Absterben gebracht werden. Je nach der Tiefe und Gestalt unterscheidet man Flach-, Tief-, Buckel- oder Buckeltiefschorfe. Als Ursache des Schorfes sieht H. Bolley[2]) Bakterien an. Die Bakterien befinden sich an der Grenze des schorfigen und gesunden Gewebes und lassen sich leicht isolieren. Im Gewebe sind die Stäbchen etwa 0,7 bis 0,8 μ lang, während sie auf guten Nährböden die Länge von 7 μ erreichen. Bolley hat auch Impfversuche vorgenommen, die von Erfolg gekrönt waren. Gleichzeitig mit diesen Untersuchungen machte auch R. Thaxter[3]) die Resultate seiner Studien bekannt. Er beobachtete namentlich am Rande junger Flecken eine graue, schimmelartige Substanz, die aus bacillenähnlichen Körpern zusammengesetzt war. Sie waren von verschiedener Länge; dazwischen fanden sich auch spiralig gebogene Formen, die aber bei Druck auf das Deckglas sich in stäbchenförmige Stücke auflösten. In der Kultur wachsen die Stäbchen zu äufserst feinen Fädchen von 0,8 bis 0,9 μ Durchmesser aus. Wenn die Fäden in die Luft wachsen, so drehen sich die Enden spiralig und werden mit zahlreichen Septen versehen, an denen sie dann wieder in Stäbchen zerbrechen. Bei ungünstigen Ernährungsbedingungen entstehen dauersporenähnliche Körper von kugliger oder eiförmiger Gestalt, die aber noch nicht zum Keimen gebracht sind. Die Infektionsversuche fielen günstig aus. Thaxter[4]) rechnet seinen Pilz zu den Hyphomyceten und nennt ihn *Oospora scabies*.

E. Roze[5]) macht ebenfalls Bakterien für den Schorf verantwortlich und nennt den verursachenden Organismus *Micrococcus pellucidus*. Seine Ausführungen sind aber nichts weniger als überzeugend, dafs dieser Coccus den Schorf verursacht.

---

[1]) Jahresber. d. Sonderausschusses für Pflanzenschutz, 1902 u. 1903.
[2]) Potato scab, a bacterial disease in Agricult. Science IV, 1890, S. 243.
[3]) The Potato scab in XIV. Ann. Rep. of the Connecticut Agric. Exp. Stat. 1890.
[4]) Vgl. über Oospora auf S. 47.
[5]) Sur la cause première de la maladie de la Gale de la pomme de terre in Compt. rend. CXXII, 1896, S. 1012.

Mit dem Kartoffelschorf identifiziert H. Bolley[1]) den Schorf der Rüben, indem er in den Rüben denselben Organismus, der bei ihm in den Kartoffeln gefunden war, nachwies. Die Rüben waren offenbar angesteckt worden, weil sie auf einem Boden kultiviert wurden, in dem vorher Kartoffeln gebaut worden waren. Bolley ist geneigt, auch bei andern Wurzelgewächsen, wie z. B. Möhren und Kohlarten, für Schorfbildungen den gleichen Erreger anzunehmen. Wie weit diese Anschauungen mit der Wirklichkeit übereinstimmen, wurde bisher von keiner Seite nachuntersucht.

Schon früher hatte J. Brunchorst[2]) einen in Norwegen vorkommenden Schorf untersucht und dabei einen Organismus entdeckt, den er *Spongospora Solani* nennt und zu den Myxomyceten rechnet. In den erkrankten Zellen finden sich Ballen von Protoplasma, die schwammähnliche Struktur haben. Das Netz- und Balkenwerk dieser Ballen zeigt sich später zusammengesetzt aus Sporen von etwa 3,5 μ Gröfse, während der ursprüngliche Ballen ein Plasmodium vorstellen soll. Die Keimung der Sporen gelang nicht. Ob wir es hier mit einem Myxomyceten zu tun haben, bleibt noch zweifelhaft. B. Frank[3]) hält den Organismus nach seinen Befunden in Deutschland für einen sekundär eingewanderten Saprophyten.

Aus der vorliegenden Darstellung geht zur Genüge hervor, dafs wir in dem Rotz der Kartoffeln keine einheitliche Krankheit zu erblicken haben, sondern dafs verschiedene Bakterienarten als Fäulniserreger auftreten können. Von den Versuchen, den Urheber einer Fäule auf kulturellem Wege zu bestimmen, ging man bald dazu über, die Knollen künstlich infizieren zu wollen. Hierbei zeigten sich aber solche Schwierigkeiten, dafs dadurch die ganze Frage nach der Ätiologie der Fäule in Verwirrung gebracht wurde. Man merkte sehr bald, dafs nicht allein die Pathogenität des Bacillus, sondern auch die Disposition der Knolle von Wichtigkeit ist.

Nachdem bereits die älteren Autoren, unter ihnen besonders P. Sorauer, darauf hingewiesen hatten, dafs gesunde Kartoffeln durchaus nicht immer von nafsfaulen angesteckt werden, sondern dafs es bestimmter äufserer Einflüsse bedarf, die die Infektion erst ermöglichen, nahm C. Wehmer[4]) die Frage in Angriff, unter welchen Umständen die gesunden Kartoffeln faulen. Seine experimentellen, breit angelegten Untersuchungen gaben das Resultat, dafs das gesunde Knollengewebe, mag es nun intakt oder verletzt sein, von Bakterien nicht angegriffen wird, selbst wenn es feucht gehalten wird. Sobald aber anormale Lebensbedingungen eintreten, kann sich das Gewebe nicht mehr schützen. Derartige prädisponierende Umstände sind gegeben bei Abschlufs der Knolle von der freien, trocknen Luft, wenn sie unter Wasser oder im engen, feuchten Raum gehalten wird, und vor allem bei einer über das mittlere Mafs von 15 bis 20° hinausgehenden Temperatur, z. B. Bruttemperatur. Unter solchen veränderten Bedingungen leiden die Knollen stets; sie vermögen sich aber bei nicht zu weitgehender Schädigung auszuheilen, wenn wieder normale Verhältnisse

---

[1]) A disease ob beets, identical with deep scab of potatoes in Agric. Exp. Stat. for North Dakota. Bull. n. 4. Fargo, Dez. 1891.

[2]) Bergens Museums Aarsberetn. 1886, S. 219.

[3]) Kampfbuch, S. 176.

[4]) Untersuchungen über Kartoffelkrankheiten III in Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. IV, 1898, S. 540.

hergestellt werden. Die Erreger der Fäule sieht Wehmer nicht in spezifisch pathogenen Arten, sondern in überall verbreiteten Fäulniserregern, die für gewöhnlich harmlos im Boden oder anderswo leben. Er unterscheidet zwei Arten der Fäule; bei der einen werden nur die Mittellamellen gelöst und so die Zellverbände zersprengt (Pektinlösung); bei der andern werden auch die Cellulosewände vergoren, so dafs nur die Stärkekörner übrigbleiben (Celluloselösung). Die erstere Fäule wird von einem als Bacillus II bezeichneten Organismus, die letztere von dem schon von Reinke und Berthold untersuchten *Bacillus amylobacter* van Tiegh. (= *Bacterium navicula* Rke. et Berth.) verursacht. Daneben kommen noch andere Bakterienarten vor, wie denn überhaupt das Bild der Fäule beim Zusammenwirken mehrerer Arten sich stets etwas modifiziert. Gleichzeitig wies auch Wehmer nach, dafs der Anfang der Fäule mit lokal entstehenden braunen Flecken beginnt (Braunfleckigkeit); je nach der Art der äufsern Bedingungen entsteht dann bei trockner Umgebung Trockenfäule, bei feuchter dagegen Nafsfäule. Wehmer's Standpunkt kommt also im wesentlichen darauf hinaus, dafs es keine primäre Fäule gibt, sondern nur eine solche sekundärer Art, begünstigt durch äufsere Bedingungen.

Diesem ablehnenden Standpunkte tritt nun B. Frank[1]) gegenüber, indem er darauf hinweist, dafs sein *Micrococcus phytophthorus* ein primärer Nafsfäuleerzeuger ist. Was es indessen mit diesem Organismus auf sich hat, ist bereits oben bei der Schwarzbeinigkeit der Kartoffel (S. 73) auseinandergesetzt worden. Dadurch erledigen sich die Einwände Frank's, soweit sie die Wehmer'schen Untersuchungen betreffen.

H. Jensen[2]) schliefst aus seinen, allerdings nicht völlig zum Abschlufs gebrachten Untersuchungen, dafs es doch eine primäre Nafsfäule geben müsse. Er hat mit einem Stäbchenbakterium gearbeitet, das die geimpften Knollen sehr schnell zum Faulen brachte. Indessen dienen meinem Erachten nach diese Beobachtungen keineswegs zur Aufhellung der Frage, da die äufsern Bedingungen, unter denen die Infektion jedesmal stattfinden soll, zuwenig klargelegt werden.

Von ganz anderen Gesichtspunkten ging E. Laurent[3]) bei seinen Untersuchungen über die Prädisposition der Kartoffelknollen für bakterielle Erkrankungen aus. Seine ausgedehnten Versuchsreihen galten in erster Linie der Beantwortung der Frage, wie weit die künstliche Düngung die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Bakterienkrankheiten beeinflufst. Untersucht wurden Kartoffeln und Möhren, welche auf Parzellen mit verschiedener Düngung angebaut wurden. Zu diesem Behufe wurden schwefelsaures Ammon, Kainit, Superphosphat und Kalk benutzt, und zwar je nach der Parzelle in bestimmten Mengen. Bei starker Kalkdüngung machte sich eine Schwächung der Widerstandsfähigkeit geltend, während bei reichlicher Gabe von Kalisalzen und Phosphaten die Infektion selbst mit virulenten Bakterien erfolglos blieb. Die Prüfung der Widerstandsfähigkeit erfolgte mittels zweier Bakterien, die sonst als harmlose Saprophyten bekannt sind, nämlich *Bacillus coli communis* und *B. fluorescens putidus*.

---

[1]) Die Bakterienkrankheiten der Kartoffeln in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt. V, 1899, S. 98, und vorher schon im Kampfbuch, S. 201.

[2]) Versuche über Bakterienkrankheiten bei Kartoffeln in Centralbl. f. Bakt., 2. Abt. VI, 1900, S. 641.

[3]) Recherches expérimentales sur les maladies des plantes in Ann. de l'Inst. Pasteur XIII, 1899, S. 1.

Während der erste Teil der Untersuchungen hauptsächlich für die praktische Landwirtschaft von hoher Bedeutung ist, weil durch sie die Wirkung der Düngung ins richtige Licht gesetzt wird, zeigt uns der zweite Teil der LAURENT'schen Forschungen, wie auch die Widerstandsfähigkeit der Knolle im reifen Zustande herabgesetzt werden kann. Dieser für die Theorie der Bakterienkrankheiten äufserst wichtige Teil erweist, dafs nur ungewöhnliche Umstände die beiden obengenannten Bakterien pathogen zu machen imstande sind. Wenn man nämlich rohe Kartoffelscheiben eine Stunde lang in 1 ‰ Kalilösung taucht und damit die Wirkung des sauren Zellsaftes herabsetzt, so bringen die beiden Bacillen die Kartoffeln zur Fäulnis. Die Virulenz läfst sich noch steigern, wenn man fortlaufende Übertragungen auf rohe Kartoffeln derselben Sorte vornimmt; dann steigert sich die toxische Wirkung derartig, dafs die Kartoffeln mit gröfster Sicherheit zum Faulen gebracht werden. Dagegen wird die Virulenz wieder abgeschwächt, wenn inzwischen Übertragungen auf andere Nährböden oder auf Kartoffelsorten von gröfserer Widerstandsfähigkeit gemacht werden. Namentlich die oben bereits erwähnte Düngung mit Kalk und Phosphaten erhöht die Widerstandsfähigkeit, auch wenn die beiden Bacillen besonders virulent gemacht wurden. Daraus zieht LAURENT den berechtigten Schlufs, dafs es nur besonderer Umstände bedarf, die durch Schwächung der Widerstandsfähigkeit der Knollen infolge äufserer Umstände gegeben sind, um sonst harmlose Bodenbakterien zu fakultativ pathogenen Arten zu machen.

Erweitert und fortgesetzt wurden diese Untersuchungen von LAURENT's Schüler, B. LEPOUTRE[1]), der mit den Arten *Bacillus fluorescens liquefaciens*, *B. mycoides* und *B. mesentericus* experimentierte und LAURENT's Resultate durchaus bestätigte. Er konnte auch die Immunität der im Mai in Vegetation getretenen Knollen aufklären, indem er nachwies, dafs die von den Bakterien gebildeten organischen Säuren aus dem Zucker der Zellen entstehen. Da aber beim Beginn der Vegetation sofort aller aus den Reservestoffen entstehende Zucker verbraucht wird für den Aufbau der Vegetationsorgane, so bleibt für die Bakterien kein Angriffspunkt mehr übrig.

Weitere Untersuchungen über die Prädisposition der Knollen hat dann C. J. J. VAN HALL[2]) angestellt, indem er die frisch geschnittenen Kartoffelscheiben (oder Teile anderer Pflanzen) mit Gartenerde infizierte. Bei gewöhnlicher Temperatur trat niemals Fäulnis auf; sobald aber höhere Temperaturen zur Verwendung kamen, erfolgte Verfaulen des Gewebes. In allen diesen Fällen konnten nur zwei Bacillenarten isoliert werden, die beide sonst harmlose Saprophyten des Bodens sind, nämlich *Bacillus subtilis* und *B. vulgatus*. Die toxischen Eigenschaften gewinnt dieser erst über 30°, jener über 23°, weshalb VAN HALL richtig bemerkt, dafs es ausgeschlossen erscheinen dürfte, in unseren Breiten die beiden Arten jemals als fakultative Parasiten auftreten zu sehen.

Überblicken wir die angeführten Untersuchungen noch einmal, so geht daraus mit voller Sicherheit hervor, dafs die Nafsfäule der Kar-

---

[1]) Recherches sur la transformation expérimentale de Bactéries banales en races parasites des plantes in Ann. de l'Inst. Pasteur XVI, 1902, S. 304.

[2]) Bijdragen tot de Kennis etc., p. 94, und Bacillus subtilis u. B. vulgatus als Pflanzenparasiten in Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. IX, 1902, S. 642.

toffeln eine Erkrankung ist, die durchaus von äufseren Umständen abhängig ist. Während WEHMER die Feuchtigkeit in Verbindung mit Luftabschlufs, LAURENT die Herabsetzung der Acidität des Zellsaftes und VAN HALL die Temperatur als prädisponierende Momente anführen, erscheint die Frage berechtigt, ob damit alle Möglichkeiten erschöpft sind, welche die Widerstandsfähigkeit der Knolle herabzusetzen vermögen. Anderseits aber ist auch der Umstand wichtig, dafs die Virulenz der Bakterien erst einen bestimmten Grad erreicht haben mufs, ehe sie pathogen werden können. Es werden also nur dann die Fäulniskrankheiten besonders gefährlich werden, wenn die Umstände zusammentreffen, welche einerseits die Resistenz der Knolle herabzusetzen, anderseits die Virulenz der Bakterien zu erhöhen imstande sind. Darüber vermögen wir uns vorläufig noch kein klares Bild, das allen in der Natur vorkommenden Verhältnissen gerecht wird, zu machen [1]).

Was hier für die Kartoffelfäulen angeführt wurde, gilt natürlich auch für Rotzkrankheiten anderer Pflanzen. Vielfach werden dabei harmlose Bakterien als Erreger verantwortlich gemacht werden müssen; wir wissen aber zu wenig davon, um in jedem Einzelfalle klar sehen zu können. Eine Ausnahme davon scheinen aber die Arten von *Pseudomonas* zu machen, die wahrscheinlich, soweit man sich jetzt schon ein Urteil erlauben kann, zu den obligaten Parasiten gerechnet werden müssen. Indessen läfst sich darüber wenig Sicheres sagen, da bei dem schnellen Fortschreiten der Bakteriologie jede neue Untersuchung Tatsachen zutage fördern kann, die unsere jetzigen Anschauuungen gründlich umändern können.

15. Die Bakteriosen der übrigen Solanaceen.

B. D. HALSTED lenkte zuerst die Aufmerksamkeit auf eine Braunfäule der Kartoffeln und Tomaten, war aber nicht sofort imstande, sie von der Fäule der Cucurbitaceen zu unterscheiden. Das Verdienst, beide Krankheiten scharf auseinandergehalten zu haben, gebührt E. F. SMITH [2]). In den ersten Krankheitsstadien zeigen die Tomaten aufser einem leichten Welken der Blätter äufserlich nichts Besonderes. Auf Querschnitten sieht man, dafs im Stengel nur der Holzzylinder gebräunt ist. Die Gefäfse sind mit Bakterien verstopft, die aus der Schnittfläche in Form dünner Tröpfchen von gelber oder schmutzig-weifser Farbe austreten. In späteren Stadien ist das Mark der Stengel gebräunt und in einen weichen, stinkenden Schleim verwandelt, der voll von Bakterien sitzt. Der Holzzylinder ist gebräunt und mit Bakterien gefüllt. Zuletzt brechen dann die Stengel mit den bereits vertrockneten Blättern um. Bei den Kartoffeln wird der Stengel in ganz ähnlicher Weise ergriffen; nur zeigt er sich weniger widerstandsfähig. Vom Stamm aus wandert der Bacillus auch in die Knollen ein, die entweder vollständig verfaulen oder von aufsen fast unverletzt

---

[1]) Über die allgemeinen Verhältnisse bei Bakteriosen vgl. aufser bei A. FISCHER und W. MIGULA noch G. NADSON, Les bactéries comme la cause des maladies des plantes. (Vgl. JUST's Jahresber. 1900, S. 461.)

[2]) A bacterial disease of the Tomato, Eggplant and Irish Potato in U. S. Dep. of Agric. Div. of Veg. Phys. and Path. Bull. Nr. 12. 1896, hier die übrige Literatur, namentlich die Arbeiten HALSTED's. Vgl. ferner in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. VII, 133 und Zeitschr. f. Pflanzenkr. VII, 234, Taf. IV.

scheinen und nur den Gefäfsbündelring gebräunt zeigen. Auch hier tritt ein dünnflüssiger Schleim, der die Bakterien enthält, auf. Ferner wurde die Erkrankung auch bei *Solanum Melongena* (Eggplant) beobachtet, die hier unter ganz ähnlichen äufseren Erscheinungen verläuft. Endlich gibt P. H. Rolfs[1]) sie auch von *Datura Stramonium, Solanum nigrum, Physalis crassifolia* und *P. philadelphica* an.

In allen diesen Fällen isolierte E. F. Smith einen Bacillus, den er *B. Solanacearum* nennt. Er zeigt stäbchenförmige Gestalt mit abgerundeten Enden und besitzt mehrere Geifseln. Häufig hängen zwei Zellen noch zusammen, zeigen dann aber zwischen sich eine leichte Einschnürung. Die Länge beträgt etwa 1,5 μ, die Breite 0,5 μ; doch wechseln diese Masse je nach dem Alter der Kultur und andern Verhältnissen. Die Kultur gelingt auf den gebräuchlichen Substraten leicht, Gelatine wird nicht verflüssigt. In Bouillon wächst er bei 20 bis 30° üppig und trübt sie besonders in den oberen Schichten. Auf Kartoffeln wird eine weifse bis schmutzig-weifse, später braun bis braunschwarz und schwarz werdende Auflagerung gebildet.

Aus den Reinkulturen wurde der Bacillus auf die genannten Nährpflanzen durch feine Einstiche übertragen; auch andere Arten von Solanaceen sind für die Krankheit empfänglich. Dagegen liefs er sich nicht auf Angehörige anderer Familien überimpfen. In der Natur wird die Krankheit wahrscheinlich durch den Bifs von Insekten verschleppt. Versuche, die mit Koloradokäfern angestellt wurden, zeigten, dafs sich dadurch die Krankheit auf gesunde Pflanzen übertragen liefs. Für die Bekämpfung müfste hier zuerst angesetzt werden, indem die Insekten auf den Feldern möglichst vernichtet werden sollten. Dafs daneben auch Verbrennung der kranken Pflanzen, Fruchtwechsel, sorgfältige Auswahl gesunder Samen Erfolg versprechen, bedarf kaum der Erwähnung. Rolfs gibt an, dafs manche Tomatensorten widerstandsfähiger gegen die Krankheit sind; auch ein Bastard zwischen Tomate und Eierpflanze war resistenter als die Eltern. Hauptsächlich kommt nach ihm in Betracht, bei den Tomaten einen holzigen und keinen saftigen Stengel zu erzielen.

Soweit bisher bekannt, wurde die Krankheit in Nordamerika im südlichen Mississippi, Alabama, Florida, ferner an der Ostküste beobachtet. Sie verursachte namentlich unter den Tomaten einen beträchtlichen Schaden.

Mit dieser nordamerikanischen Kartoffelkrankheit ist vielleicht die von P. Sorauer[2]) untersuchte schwarze Trockenfäule der Kartoffeln identisch. Auch hier findet sich im Innern der Knollen eine schleimige, schwarze Masse, die Bakterien in grofser Zahl enthält. Merkwürdig ist, dafs die gesunden Teile der Knollen, die beim Durchschneiden weifs sind, 10 bis 15 Minuten später rostrot werden und sich dann ganz schwarz färben. Da auch Fadenpilze sich meist vorfinden, so haben wir hier vielleicht kein einheitliches Krankheitsbild vor uns, weshalb eine weitere Untersuchung notwendig ist.

In Queensland ist von Tryon[3]) eine Kartoffelkrankheit beobachtet worden, die wahrscheinlich ebenfalls von *B. Solanacearum* oder einer nahe verwandten Art verursacht wird. Die Krankheit äufsert sich zuerst im

---

[1]) Diseases of the tomato in Florida Agric. Exp. Stat. Bull. Nr. 47, 1898, S. 115.
[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. IV, 1894, S. 126.
[3]) Cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkr. V, 1895, S. 234.

Verwelken des Laubes, dann im Verfaulen der Knollen. Auf Äckern, die von verseuchten Kartoffeln infiziert sind, tritt die Krankheit immer wieder auf. Als Bekämpfungsmittel wird die ausschliefsliche Verwendung gesunder Saatkartoffeln empfohlen und die Vernichtung der ganzen Ernte, wenn die Krankheit sich zeigt.

Es sei hier noch eine Krankheit der Tomatenfrüchte angeschlossen, die mit den erwähnten Bakteriosen der Tomaten und Solanaceen nichts zu tun zu haben scheint, sondern durch andere Bakterien verursacht wird. E. Prillieux[1]) scheint die Krankheit zuerst in Nordfrankreich beobachtet zu haben; später hat sie F. S. Earle[2]) in Nordamerika studiert; E. Rostrup[3]) hat dann über ihre weitere Verbreitung in England und Dänemark berichtet. Die jungen Tomatenfrüchte bräunen

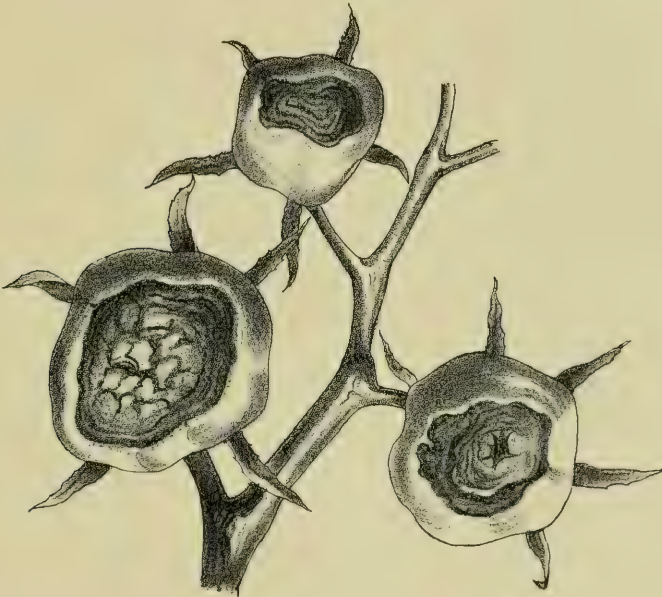


Fig. 9. Tomatenfäule an Tomatenfrüchten.
Nat. Gröfse. Nach Rostrup.

sich am obern Ende, und zwar von der Insertion des Griffels aus (Fig. 9). Das Fleisch fault, und allmählich dehnt sich die Fäule vom Scheitel aus centrifugal dem übrigen Teil der Frucht mit.

Sowohl Prillieux wie Earle haben die Bakterien isoliert. Es sind kurze Stäbchen von 0,3 bis 1 μ Länge und 0,5 bis 0,65 μ Breite; sie bilden keine Ketten, wohl aber lagern sie sich in den Kulturen zu festen Zoogloeen aneinander. Da die Infektion wahrscheinlich schon zur Blütezeit erfolgt, so brachte Prillieux einen Tropfen der Reinkultur in die Blüte, aber ohne Erfolg. Wurde dagegen die junge Frucht mit einem feinen Einstich versehen, so gelang die Infektion

---

1) Malad. des pl. agric. I, 1895, S. 19.

2) Notes on some tomato diseases in Alabama Coll. Stat. Bull. 108, 1896, S. 19.

3) Plantepatologi 1902, S. 173.

stets. Wahrscheinlich geht also die Infektion in der Natur durch Vermittlung kleiner Insekten vor sich. EARLE hält deshalb insekticide Bekämpfungsmittel für aussichtsvoller als fungicide.

16. Die Bakteriosen der Cucurbitaceen.

In Nordamerika wurde von E. F. SMITH[1]) eine Krankheit der Cucurbitaceen (Gurke, Melone, Kürbis) beobachtet, welche sich äufserlich sehr auffällig durch das Welken und Verschrumpfen der Blätter kundgibt. Dabei bleiben zuerst die Stengel grün und turgescent, enthalten aber im Innern der Gefäfse eine von Bakterien wimmelnde, schleimige Flüssigkeit. Von den Blättern aus verbreitet sich der Bacillus durch die Leitungsbahnen bis zum Stengel, indem er anfänglich nur die Ring- und Spiralgefäfse erfüllt und erst später auf die Tracheen übergeht. Die Gefäfse werden vollständig verstopft und zuletzt aufgelöst. Dadurch entstehen Hohlräume, die sich auch tief in die benachbarten Gewebe hinein erstrecken können und mit den Bacillen angefüllt sind. Zuletzt werden alle inneren Gewebe mehr oder weniger zerstört, indessen bleibt die Epidermis stets erhalten. Eine eigentliche Verjauchung tritt aber niemals auf, sondern der Stengel bleibt bis zum völligen Verschrumpfen trocken.

Aus der Gefäfsflüssigkeit isolierte E. F. SMITH den von ihm *Bacillus tracheiphilus* genannten Organismus und erzog ihn in Reinkultur. Die Zellen sind stäbchenförmig und messen im Mittel 1,2 bis 2,5 μ in der Länge und 0,5 bis 0,7 μ in der Breite. Gewöhnlich liegen die Zellen einzeln, indessen hängen häufig zwei oder sogar vier Zellen aneinander. Die äufseren Membranschichten scheinen zu verschleimen und die schleimige Flüssigkeit in den Gefäfsen zu bilden. In der Jugend sind die Bacillen beweglich; später geht die Eigenbewegung verloren. Auf den gebräuchlichen Kulturmedien wächst der Organismus gut; Gelatine wird nicht verflüssigt. Temperaturen über 40^{0} verlangsamen das Wachstum, während zehn Minuten langes Erhitzen auf 43^{0} zur Abtötung ausreicht.

Mit den Reinkulturen wurden Impfversuche bei Cucurbitaceen angestellt, indem mittels eines feinen Nadelstiches die Bacillen in das Blatt gebracht wurden. Die Wanderung in den Gefäfsen läfst sich nach SMITH dadurch erklären, dafs der Inhalt derselben alkalisch reagiert, während sonst der Zellsaft sauer ist. Die Übertragung gelang auch durch Insekten (*Diabrotica vittata* Fabr. und *Coreus tristis* de Geer), die mit den Bacillen bespritzt worden waren. Für die Bekämpfung ergibt sich danach, dafs die Insekten möglichst vernichtet werden müssen; aufserdem genügt schon eine möglichst sonnige Lage, um die hitzeempfindlichen Bakterien abzutöten.

Bisher ist die Krankheit aus Nordamerika bekannt; S. IWANOFF[2]) gibt ihr Vorkommen auch bei St. Petersburg an. Ob sie identisch ist mit einer Fäule der Gurkenstengel, welche in Potsdam auftrat und von P. SORAUER[3]) beobachtet wurde, mufs noch erwiesen werden.

---

[1]) Bacillus tracheiphilus n. sp., die Ursache des Verwelkens verschiedener Cucurbitaceen in Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt. I, 1895, S. 364, ferner VII, 1901, S. 88; Some bacterial diseases of truckcrops in Trans. Peninsula Hort. Soc. Meeting Snow Hill 1898, S. 142.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. IX, 1899, S. 131.

[3]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. II, 1892, S. 344.

17. Bakteriosen zweifelhafter Natur.

Bei der Orchidee *Oncidium* hat V. Peglion[1]) eine Blattkrankheit beobachtet, deren Ursache das *Bacterium Oncidii* Pegl. ist. Auf den Blättern treten gelbe Flecken auf, die sich schnell ausbreiten; dabei sieht das Blattgewebe an den erkrankten Stellen wie in Öl getränkt aus und verliert seinen Turgor. Der oberhalb befindliche Blattteil knickt dann plötzlich um. Wenn sich dies mehrmals nach unten zu wiederholt hat, geht schliefslich das ganze Blatt zugrunde. Die desorganisierten Flecken gehen dann in wässerige Massen über, in denen die Zellen völlig getrennt voneinander sich befinden. Anfänglich riecht das faule Gewebe nach Fruchtsäure und reagiert sauer; später riecht es faulig und reagiert alkalisch. Aufser Bakterien finden sich keine Organismen. Die Stäbchen sind 1,3 bis 1,5 μ lang und 0,8 bis 1 μ breit. Mit Reinkulturen wurden Impfversuche an Blättern vorgenommen, indem die Bakterien durch eine Wunde ins Parenchym eingeführt wurden. Dadurch wurde die typische Fäule erzeugt. Wurden unverletzte Blätter mit der Reinkultur bestrichen, so traten die Krankheitserscheinungen erst drei Tage später auf. Ob wir es hier mit einer in jedem Falle pathogenen Bakterienart zu tun haben, mufs dahingestellt bleiben. Peglion empfiehlt Wegschneiden der erkrankten Blätter und Bestreichen der Schnittfläche mit 1 ‰ Sublimatlösung.

N. B. Pierce[2]) hat am Walnufsbaum eine Bakteriosis beobachtet, für die er *Pseudomonas Juglandis* Pierce verantwortlich macht. Die Krankheit kommt in Kalifornien vor und bringt auf den grünen Nüssen eingefallene schwarze Flecken hervor. Blätter und junge Zweige können ganz ähnliche Schäden aufweisen. In der Markhöhle der Zweige und in den abgefallenen Früchten soll der Organismus überwintern. Die Isolierung gelingt leicht; das Wachstum erfolgt auf den verschiedensten Nährmedien. Durch alkalische Reaktion wird das Wachstum gehemmt; Kartoffelstärke wird gelöst.

Als Efeukrebs hat G. Lindau[3]) eine Erkrankung von Efeustecklingen beschrieben, wodurch an den Stengeln und auf den Blättern kleine Beulen entstehen, die schliefslich aufreifsen. Im Innern der angegriffenen Gewebe zeigte sich Bakterienschleim mit Stäbchen, die kaum 2 μ lang und ca. 0,6 μ breit waren. Über die Infektion wird nichts mitgeteilt.

Beim Alpenveilchen (*Cyclamen persicum*) tritt eine Bakterienkrankheit auf, durch welche die Blätter und Blüten welken und schliefslich absterben. E. Prillieux und G. Delacroix[4]) haben den Bacillus isoliert und beschreiben ihn als sehr bewegliches, 0,67 μ langes Stäbchen, das Ketten mit 0,5 bis 1,5 μ langen Gliedern bildet. Nach einigen Monaten der Kultur tritt Sporenbildung ein. Die Farbe der Kulturen ist nicht grün, wie bei *Bac. caulivorus.*

An Erdbeerpflanzen hat P. Voglino[5]) eine Erkrankung be-

[1]) Bacteriosi delle foglie di Oncidium spec. in Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. V, 1899, S. 33.

[2]) Walnut bacteriosis in Botan. Gaz. XXXI, 1901, S. 272; vgl. Pacific Rural Press XLVII, 1899.

[3]) Der Efeukrebs in Zeitschr. f. Pflanzenkr. IV, 1904, S. 1.

[4]) Maladies bacillaires de divers végétaux in Compt. rend. CXVIII, 1894, S. 668.

[5]) Intorno ad una malattia bacterica delle fragole in Ann. R. Acc. di Agricolt. di Torino XLII, 1899; vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkr. XI, 150.

obachtet, die er auf Bakterien zurückführt. In Turin gingen Erdbeerpflanzen ein, an deren Hauptwurzeln sich stellenweise Vertiefungen mit weifsen Fleckchen zeigten. Diese rühren von Kokkenkolonien her. Das Periderm war zerstört; die Bakterien scheinen von den Phellogenzellen auszugehen. Bis zu einer Blofslegung des Holzkörpers kommt es nicht, aber der Inhalt der Gefäfse wird schwarz gefärbt. Die Kokkenformen hatten 0,9 bis 1,5 μ im Durchmesser und zeigten bei der Kultur den Übergang zu der Bacillenform. Die Bacillen sitzen im Innern der Gewebe, besonders an der Cambiumzone; sie sind länglich, abgerundet, 3,5 bis 4 μ lang und 0,3 bis 0,5 μ breit. Die Wurzeln gesunder Pflanzen wurden mit Reinkulturen dieses Bacillus infiziert und zeigten nach 20 Tagen die typischen Krankheitssymptome.

Eine zweite Erdbeerbakteriose haben G. E. STONE und R. E. SMITH[1]) in Nordamerika untersucht. Die Blätter schrumpfen und färben sich dunkel. Isoliert wurde ein anaërober Micrococcus, mit dem erfolgreiche Infektionsversuche gemacht wurden.

Auf der Ölpflanze *Sesamum orientale* hat K. MALKOFF[2]) in Bulgarien eine Krankheit beobachtet, die namentlich in feuchten Jahren beträchtlichen Schaden anrichtet. Auf den Blättern zeigen sich dunkelbraune Flecken; die Stengel werden dunkelbraun bis schwarz, sind etwas verdickt und lassen an den kranken Stellen eine dicke, schleimige Flüssigkeit ausfliefsen. Diese trocknet bald am Stengel an, ist zuerst grauweifs und wird dann dunkelbraun. Die befallenen Stengel werden zuletzt schwarz, knicken um und vertrocknen ebenso wie die Blätter. In den Zellen des kranken Gewebes finden sich Bakterien, von denen zwei Arten isoliert wurden. Beide sind beweglich, das eine ein Kurz-, das andere ein Langstäbchen. Die ersteren bilden gelbe, die letzteren weifse Kolonieen. Impfungen wurden vorgenommen, ergaben aber nicht immer gute Resultate; dagegen glückten die Übertragungen von Bakterienschleim kranker Pflanzen auf gesunde fast immer, gleichgültig, ob die Pflanzen vorher verwundet wurden oder nicht. Nähere Mitteilungen über die Krankheit fehlen noch.

Eine Krankheit, bei der Bakterien mitwirken, aber scheinbar erst sekundär auftreten, kommt bei den Baumwollfrüchten in Alabama vor. STEDMAN[3]) und EARLE[4]) haben die Früchte untersucht und finden eine von innen nach aufsen gehende Fäulnis mit Bakterien. Die Zerstörung der Früchte wird erst aufsen sichtbar, wenn die Carpelle ergriffen und das Innere bereits aufgezehrt ist. Der Bacillus wird *B. gossypinus* von STEDMAN genannt und dringt in Wunden ein, die durch Heuschreckenbisse verursacht werden. Neben den Bacillen finden sich noch *Colletotrichum Gossypii*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhinotrichum* und andere Fadenpilze.

Über ein Absterben von Tabakssetzlingen berichtet O. COMES[5]). Die in Töpfen stehenden Setzlinge begannen zu kränkeln, indem die Hauptwurzel abfaulte und später auch das hypocotyle Glied, so dafs davon schliefslich nur ein fadenartiger Strang übrigblieb, der in der

[1]) Massachus. Hatch Stat. Rep. 1896.

[2]) Eine Bakterienkrankheit auf Sesamum orientale in Bulgarien in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2 Abt. XI, 1904, S. 333.

[3]) Alabama College Agric. Exp. Stat. Bull. Nr. 55, Auburn.

[4]) Ebenda Bull. Nr. 107.

[5]) Mortalità delle piantine di tobacco nei semenzai cagionata da marciume delle radice in Atti del R. Ist. d' Incoraggiam. di Napoli 4. ser. VI, Mem. Nr. 2, 1893.

Erde wie abgeschnitten stecken blieb, wenn man das Pflänzchen herauszuziehen versuchte. Dann erkrankten unter Absonderung eines zähen Schleims die Kotyledonen; darauf vertrockneten die Laubblätter. COMES fand in den erkrankten Teilen mehrere Bakterien, so *Bacillus amylobacter*, *subtilis* u. a. Dazu kamen dann noch Fadenpilze, besonders *Alternaria tenuis*. Wir haben es hier nicht mit einer reinen Bakterienfäule zu tun, sondern mit Fäulniserscheinungen, die durch zu fest angedrückte Erde in den Töpfen sich erklären lassen. COMES ist geneigt, die von ihm beobachtete Erkrankung mit dem von J. BEHRENS[1]) beschriebenen Schwamm der Tabakssetzlinge zu identifizieren. Diese Krankheit soll ausschliefslich durch *Alternaria tenuis* hervorgerufen werden.

Aufser den vorstehenden, mehr oder weniger zweifelhaften Bakterienkrankheiten liegt in der Literatur noch eine Anzahl von Beobachtungen über Bakteriosen bei Pflanzen vor. So hat J. VAN HALL[2]) eine Bakteriose bei *Cheiranthus annuus* untersucht, bei der der Oberteil der Hauptwurzel eine Einschnürung zeigt und die Bätter von unten nach oben absterben. Auf Durchschnitten zeigt sich der Holzteil schwarz gefärbt, und die Gefäfse wimmeln von Bakterien. Die Resultate der Infektionsversuche sind noch nicht publiziert.

Bei *Scorzonera* hat B. D. HALSTED[3]) in New Jersey am Wurzelstock eine Fäule beobachtet, bei der die Wurzel völlig erweicht und das Laub abstirbt.

Vom Salat hat JONES[4]) eine Krankheit beschrieben, die er auf Bakterien zurückführt; ob sie identisch ist mit der von P. SORAUER[5]) beobachteten, mag dahingestellt sein.

Eine Johannisbeerenkrankheit in Ohio führt DETMERS[6]) auf Bakterien zurück.

In Ungarn wurde durch D. HEGYI[7]) eine Lupinenkrankheit untersucht, bei der die jungen Pflanzen gelbe, dann braune Flecken auf den Blättern bekommen und in kurzer Zeit vertrocknen. Es wurden verschiedene Bakterien aus den kranken Blättern isoliert, von denen *Bacillus elegans* Hegyi die Ursache der Erkrankung sein soll.

Endlich mag noch kurz erwähnt sein, dafs die Mosaikkrankheit des Tabaks anfangs auf Bakterien zurückgeführt wurde, während sie vielleicht nichts weiter ist als eine Erkrankung infolge von Bodeneinflüssen.

Eine Reihe von Bakteriosen weist insofern gemeinsame Züge auf, als ihre Erreger ganz nahe verwandte Arten von *Pseudomonas* sind. So fafst E. F. SMITH[8]) als „gelbe Pseudomonas-Gruppe" eine ganze Anzahl von pathogenen Arten zusammen, von denen wir *P. Hyacinthi, campestris, Phaseoli, Stewarti, Juglandis* oder *vascularum* bereits

---

[1]) Über den Schwamm der Tabakssetzlinge in Zeitschr. f. Pflanzenkr. II, 1892, S. 327.

[2]) Bijdragen tot de kennis der bakterieele plantenziekten S. 72; Tijdsskr. over Plantenziekten VI, 1900, S. 176.

[3]) New Jersey State, Agric. Exp. Stat. XI. Ann. Rep. 1890, S. 351.

[4]) Vermont Agric. Exp. Stat. VI. Ann. Rep. 1892.

[5]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. V, 1895, S. 104.

[6]) Ohio Agric. Exp. Stat. Bull. IV, 1891.

[7]) Kisérletügyi Közlemények I, 1899, S. 232.

[8]) The cultural characters of Pseudomonas hyacinthi, P. campestris, P. phaseoli and P. Stewarti, four one-flagellate yellow bacteria parasitic on plants in U. S. Dep. of Agric. Dir. of Veg. Phys. and Path. Bull. Nr. 28. Washington 1901.

kennen gelernt haben. Die biologischen Unterschiede der ersten vier Arten sind von SMITH ganz ausführlich in der angegebenen Arbeit auseinandergesetzt worden. Aufserdem rechnet er noch hierher die folgenden: *P. Dianthi* (Arth. et Boll.) E. F. Smith wurde von ARTHUR als Ursache der Carnations-disease (*Dianthus*) angesehen, ist aber nichts weiter als ein harmloser Saprophyt, während die Erkrankung selbst durch Aphiden hervorgerufen wird[1]). *P. Amaranti* E. F. Smith kommt bei mehreren Arten von *Amarantus* in Nordamerika vor und bräunt die Gefäfsbündel, indem sie gleichzeitig von dem Organismus verstopft werden. *P. Malvacearum* E. F. Smith kommt auf *Gossypium* in Nordamerika vor und erregt die als Atkinson's Blattwinkel-Fleckenkrankheit bezeichnete Erkrankung (angular leaf-spot).

Erwähnung sollen hier endlich noch die Schleimflüsse der Bäume finden, um deren Kenntnis sich namentlich F. LUDWIG[2]) verdient gemacht hat. Es sind das schleimige Absonderungen, die zu gewissen Zeiten oft in grofsen Massen aus der Rinde gewisser Laubbäume herausfliefsen. Sie verdanken wohl in den wenigsten Fällen Bakterien ihren Ursprung, wohl aber scheinen die Bakterien die schleimige Beschaffenheit des Flusses und vielleicht auch die weitere Ausbreitung der Krankheit in der Rinde zu verursachen. Jedenfalls kommen mit den Bakterien stets Eumyceten vergesellschaftet vor, so dafs wir von Organismengesellschaften sprechen können, die ausschliefslich in diesen Schleimflüssen vorkommen. Da sich später keine Gelegenheit mehr findet, über diese eigentümlichen Erkrankungen zu sprechen, so sei an dieser Stelle das Wissenswerte darüber mitgeteilt.

LUDWIG unterscheidet den weifsen Schleimflufs, der an Eichen, seltner an Birken, Pappeln, Rotbuchen usw. auftritt. Die Rinde und das Cambium wird vollständig aufgelöst und vergärt; das Endprodukt fliefst in Form eines dicken, weifsen, säuerlich riechenden Schleimes am Baume herunter. Man findet regelmäfsig in ihm *Leuconostoc Lagerheimii* Ludw. (= *Streptococcus* Migula), der dick aufgequollene Membranen besitzt, *Endomyces Magnusii* Ludw., einen niederen Ascomyceten mit Schläuchen, Chlamydosporen und Oidien, und endlich *Saccharomyces Ludwigii* Hansen als Erreger der Gärung. Der Ausflufs tritt gewöhnlich von Juli an auf und wird von zahlreichen Insekten besucht, die vielleicht die Erkrankung weiterverbreiten.

Der braune Schleimflufs tritt häufig an Apfelbäumen, an Alleebäumen, wie Rofskastanien, Pappeln, Birken usw., auf. Der Entstehungsort ist nicht, wie beim weifsen Schleimflufs, die Rinde, sondern das Holz. Meistens dauert der Ausflufs vom Frühjahr bis zum Winter und zerstört die Rinde vollständig. Das Holz wird unter Bildung des charakteristischen Buttersäuregeruches vollständig zersetzt. Gefunden wurde *Micrococcus dendroporthos* Ludw. und daneben *Torula monilioides* Corda, eine Dematiee. Aufserdem treten noch Fusarien, Oidien und andere Pilze auf, die aber nicht konstant vorhanden sind.

Als Milch- und Rotflufs bezeichnete LUDWIG die Ausflüsse an Stümpfen von Birken und Weifsbuchen, die namentlich im Frühjahr bei Beginn des Saftsteigens aufzutreten pflegen. Hier wurden *Endo-*

---

[1]) A. F. WOODS, Bacteriosis of Carnations in Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt., III, 1897, S. 722 (hier die übrige Literatur).

[2]) Vgl. Lehrbuch der niedern Kryptogamen, 1892, S. 89 ff., aufserdem Centralbl. f. Bakt., I. Abt., XVI, 58, 905; 2. Abt., II, 337, VII, 350, 599.

myces vernalis Ludw., *Rhodomyces dendrorhous* u. a. gefunden. In Rotbuchenflüssen wächst *Ascoïdea rubescens* Bref. et Lindau. Beim Moschusflufs an Linden wurde ein *Leptothrix*-ähnlicher Schizomycet gefunden und *Fusarium moschatum*; in Schwarzpappeln fand Sorokin das *Spirillum endoparagogicum* (Fig. 4, 5). Endlich kommen auch schwarze Schleimflüsse vor, die aber ihre Färbung meist gewissen blaugrünen Algen oder dunkelgefärbten Hyphomyceten verdanken. Daneben finden sich auch Bakterien und andere Fadenpilze.

Unsere Kenntnisse von den Ursachen, von der Ausbreitung und von der Wirkung dieser Krankheiten auf die Bäume sind noch aufserordentlich lückenhaft.

18. Das Verhältnis der Bakterien zu gesunden Pflanzen.

Es war bereits mehrfach in der vorstehenden Darstellung Gelegenheit gegeben, die Frage zu streifen, ob Bakterien irgendwelcher Art imstande sind, in das lebende Gewebe der Pflanzen einzudringen und Krankheiten zu erregen. An wenigen Beispielen, z. B. von Pseudomonas-Arten, ist bisher gezeigt worden, dafs die Bakterien durch die Spaltöffnungen ins Innere des Blattes einzudringen vermögen; das bezog sich aber nur auf obligat pathogene Arten; für Saprophyten müssen besondere Umstände gegeben sein, um ein Eindringen in das Gewebe zu ermöglichen. So wurde bei den Kartoffelfäulen ausführlich gezeigt, dafs nur bei besonderer Prädisposition der Knollen und Bakterien eine Infektion eintreten kann. Es liegen nun viele Versuche vor, welche zeigen sollen, wie die Bakterien sich im Gewebe der gesunden lebenden Pflanze verhalten. Namentlich von seiten der Mediziner wurde der Frage deshalb eine erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt, weil man dadurch Fingerzeige für die Beurteilung der Epidemiologie von Typhus, Milzbrand, Cholera und andern plötzlich auftretenden Infektionskrankheiten zu gewinnen hoffte.

Von einigen älteren Untersuchern, wie Fernbach, Buchner und Fazio, war bereits gezeigt worden, dafs pathogene Bakterien in lebenden Pflanzenteilen auf die Dauer nicht zu leben vermögen. Die ersten ausgedehnten Experimentaluntersuchungen über Infektionen von Pflanzen mit pathogenen Bakterien stellte Lominsky[1]) an. Er impfte vermittels Einstiches verschiedene pathogene Bakterien (Typhus-, Milzbrandbacillen, Eiterkokken) auf Blätter und untersuchte, ob sich die Bakterien im Innern des Gewebes vermehren. In den meisten Fällen liefs sich eine Vermehrung der Bakterien nachweisen; so zeigte sich noch 42 Tage nach der Injektion der Milzbrandbacillus lebenskräftig. Typhusbacillen dagegen starben eher ab. Die Ausbreitung der Bakterien erfolgte in den Intercellularen; manchmal lassen sich die infizierten Gewebeteile schon makroskopisch als bleiche Flecken erkennen. Bei keimenden Weizenkörnern wurden in den Wurzeln diejenigen Bakterien wiedergefunden, die dem Boden beigemischt worden waren, niemals aber erfolgte ein Übergang von den Wurzeln auf die oberirdischen Organe. Diese Resultate wurden im wesentlichen von A. Hartleb[2]) bestätigt,

[1]) Über den Parasitismus einiger pathogener Mikroben auf lebenden Pflanzen in Wratsch, 1890, Nr. 6 (russ.); vgl. Centralbl. f. Bakt. VIII, 1890, S. 325.

[2]) Über die Infektionsfähigkeit lebender Pflanzen mit dem bei der Maul- und Klauenseuche vorkommenden Bakterium in Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt., IV, 1898, S. 26.

welcher fand, dafs sein Bakterium der Maul- und Klauenseuche ebenfalls im lebenden Pflanzengewebe sich vermehren und lebensfähig bleiben kann, ohne dafs es allerdings in die Zellen selbst eindringt.

Diese Resultate haben einer etwas schärferen Kritik nicht standgehalten. Bereits H. L. Russell[1]) wies für eine ganze Anzahl von saprophytischen wie pathogenen Bakterien nach, dafs sie zwar sich eine Zeitlang im Gewebe am Leben erhalten können, dafs aber ihre Zahl allmählich abnimmt. Ein Eindringen der Bakterien fand nur nach Verwundung der Oberhaut statt. Bisweilen verbreiteten sich die Bakterien intercellular nach oben hin, niemals aber traten wirkliche Erkrankungen auf. Für den Milzbrandbacillus wiesen Th. Kaspareck und K. Kornauth[2]) nach, dafs die Pflanzen aus milzbrandverseuchten Böden den Bacillus nicht aufzunehmen vermögen. Zahlreiche Impfungen von andern pathogenen Arten auf Zwiebeln und Kakteen ergaben nur das Resultat, dafs die Bakterien sich je nach der Art einige Stunden bis Tage lebend erhalten, dann aber sicher absterben.

Nachdem B. Frank[3]) behauptet hatte, dafs die Knöllchenbakterien der Leguminosen in allen oberirdischen Teilen dieser Pflanzen vorkämen, prüfte O. Zinsser[4]) in ausgedehnten Versuchsreihen die gesamte Frage von neuem. Die Bakterienreinkulturen wurden in die zu untersuchenden Pflanzen eingespritzt und die aseptisch zerschnittenen Pflanzenteile dann später in Nährlösung aufgestellt. Es ergab sich bei allen Versuchen, dafs nach einer gewissen Reihe von Tagen die Bakterien abgestorben waren.

Aus allen diesen Arbeiten ergibt sich der Schlufs, dafs gesunde Pflanzen nicht ohne weiteres durch Bakterien angegriffen werden können, sondern dafs die Pflanzen die Fähigkeit haben, die Bakterien unschädlich zu machen. Anders natürlich liegt die Sache, wenn Momente eintreten, welche die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen herabsetzen. Was über diesen Punkt bei den Kartoffelbakteriosen gesagt wurde, gilt wahrscheinlich in mehr oder weniger zu modifizierender Weise von allen übrigen Pflanzen, weshalb hier nicht nochmals darauf eingegangen werden soll.

Dafs unter Umständen die Bakterien normalerweise in Pflanzen gedeihen können, ohne ihnen Schaden zu tun, zeigen die interessanten Beobachtungen von A. Zimmermann[5]). Auf den Blättern von *Pavetta*-Arten und *Grumilea micrantha* befinden sich kleine, knotenartige Verdickungen, die im Innern aus lockerem, schwammartigem Gewebe bestehen; in den Intercellularen dieser Bakteriengallen finden sich konstant zahllose Bakterien. Es bedarf noch der Aufklärung, wie man hier das Verhältnis zwischen Pflanze und Bakterium aufzufassen hat.

---

[1]) Bacteria in their relation to vegetable tissue in John Hopkins Hospit. Rep. III, 1893, S. 223; vgl. Centralbl. f. Bakt. u. Par. XV, 1894, S. 169.

[2]) Über die Infektionsfähigkeit der Pflanzen durch Milzbrandböden in Pflüger's Arch. CXIII, 1895, S. 293; ferner K. Kornauth, Über das Verhalten pathogener Bakterien in lebenden Pflanzengeweben in Centralbl. f. Bakt. XIX, 1896, S. 801.

[3]) Über die Pilzsymbiose der Leguminosen in Landwirtsch. Jahrb. XIX, 1890, S. 593.

[4]) Über das Verhalten von Bakterien, insbesondere von Knöllchenbakterien, in lebenden pflanzlichen Geweben in Pringsh. Jahrb. XXX, 1897, S. 423.

[5]) Über Bakterienknoten in den Blättern einiger Rubiaceen in Pringsh. Jahrb., XXXVII, 1901, S. 1.

19. Die stickstoffsammelnden Bakterien.

In den vorhergehenden Ausführungen wurde mehrfach die Frage nach der Herkunft der phytopathogenen Bakterien gestreift; in einzelnen Fällen konnte direkt erwiesen werden, dafs sie aus dem Boden stammten. Harmlose Bodenbewohner können also unter Umständen gefährliche Erkrankungen erzeugen. Schon aus diesem Grunde verdient die Bakterienflora des Erdbodens eine erhöhte Beachtung. Viel wichtiger aber erweisen sich die Bodenbakterien oder wenigstens gewisse Arten davon für die Ernährung der höheren Pflanzen, indem sie den Ammonstickstoff, der im Boden sich befindet, assimilieren und ihn in Salpeterstickstoff überführen, welcher von den Wurzeln aufgenommen werden kann. Neben diesen stickstoffumwandelnden Bakterien kommen aber auch solche vor, welche den Luftstickstoff aufnehmen und verarbeiten. Sie vermögen also den Boden mit Stickstoffverbindungen anzureichern. Es ist daher nicht weiter verwunderlich, wenn einige Pflanzen, nämlich die grofse Familie der Leguminosen, dazu übergegangen sind, gewissen stickstoffassimilierenden Bakterien eine Zuflucht in besonderen Organen ihres Wurzelsystems zu gewähren, um sich so auf bequeme Weise die Stickstoffverbindungen aneignen zu können. Obwohl beide Themata nicht streng zur Phytopathologie gehören, soll doch kurz darauf eingegangen werden, weil dadurch manche Frage der Bodenwirkung auf die Pflanzen ihre natürliche Erklärung findet.

Jeder Ackerboden enthält in gröfserer oder geringerer Menge Salpeterstickstoff, der für das Gedeihen und namentlich für den Fruchtansatz der Kulturpflanzen von gröfster Bedeutung ist. Enthält ein Boden nicht die dazu notwendige Menge, so mufs diesem Mangel durch künstliche Zufuhr von Düngemitteln abgeholfen werden.

Nun wird aber dem Boden bei weitem nicht aller Stickstoff in Form von Salpeterstickstoff zugeführt, sondern in anderer Form. Alle diejenigen Stoffe, welche fäulnisfähig sind (Dungstoffe, Ernterückstände usw.), werden zuerst durch die Fäulnisbakterien so weit verarbeitet und zersetzt, dafs neben geringen Mengen von freiem Stickstoff Ammoniak entsteht. Dieser Ammoniak wird im Boden nicht frei, sondern er wird zu Nitriten umgewandelt und diese zu Nitraten. Ursprünglich hielt man diesen Prozefs für einen rein chemischen, bis man aus gewissen Tatsachen den Schlufs zog, dafs dabei Bakterien beteiligt sein müfsten. Vielfache Versuche brachten keine Klarheit, bis es endlich Winogradsky gelang, die Salpeterbakterien (Fig. 4, *9*) rein zu züchten und ihre Lebensweise vollkommen aufzuhellen. Danach hat man es mit zwei verschiedenen Gruppen von Bakterien zu tun; die einen verarbeiten den Ammonstickstoff zu Nitriten (Nitritbakterien), die andern die Nitrite zu Nitraten (Nitratbakterien). Mit andern Worten also: die Nitritbakterien spalten aus dem Ammonstickstoff die salpetrige Säure ab, welche von den Nitratbakterien zu Salpetersäure umgesetzt wird. Beide Bakteriengruppen kommen in jedem Boden nebeneinander vor und greifen mit ihrer Tätigkeit so ineinander, dafs nur das Endprodukt, der Salpeterstickstoff, erscheint. Alle diese wachsen aërob und assimilieren den Kohlenstoff der Luft. Neben diesen nitrifizierenden Arten gibt es nun auch denitrifizierende Bakterien, welche also Nitratverbindungen wieder zu freiem Stickstoff reduzieren. Die Tätigkeit dieser stickstoff-

zerstörenden und der Landwirtschaft höchst schädlichen Arten ist im allgemeinen keine intensive und gewinnt nur unter gewissen Voraussetzungen eine höhere Bedeutung.

Während also durch die Salpeterbakterien der Ammoniak in aufnahmefähige Verbindungen gebracht wird, kommt durch eine andere Gruppe von Bakterien auch der andere Rest der Fäulnis, der freie Stickstoff, zur Verarbeitung, zugleich damit auch Stickstoff aus der Atmosphäre. Es hat ebenfalls langer Arbeit bedurft, ehe man die Tätigkeit dieser stickstoffsammelnden Bakterien zu beurteilen verstand. Den Ausgangspunkt dieser ganzen Untersuchung bildeten die sogenannten Wurzelknöllchen der Leguminosen, knollige Anschwellungen oder seitlich ansitzende, mannigfach gestaltete Gebilde am Wurzelsystem (Fig. 10 u. 11, *1*). Dafs diese Knöllchen für die Ernährung der Pflanzen eine

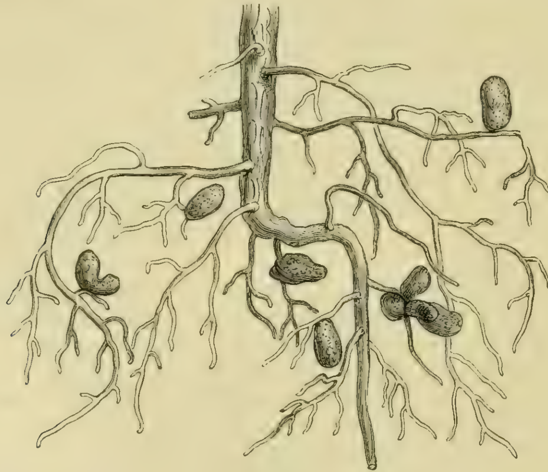


Fig. 10. Leguminosenknöllchen.
Wurzelknöllchen von Robinia pseudacacia. Nat. Gr. Nach Nobbe.

gewisse Bedeutung haben mufsten, schlofs man schon aus der Tatsache, dafs beim Fruchtansatz die Knötchen ausgesogen wurden; ihr Inhalt wurde also zum Aufbau der Frucht verwendet. Aufserdem wufste man in der Praxis längst, dafs die Leguminosen den Boden nicht seines Stickstoffes beraubten, sondern ihn noch vermehrten (Stickstoffmehrer). Man verwendet sie deshalb gern als Gründüngung und als Zwischenfrucht. Was die Ursache dieser eigentümlichen Tatsache war, liefs sich aber erst mit Hilfe der neueren bakteriologischen Methoden klarlegen.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, ausführliche Angaben[1]) über die Geschichte der Erforschung der Knöllchen zu geben, sondern es soll nur kurz so viel angeführt werden, als zum Verständnis der Auffassung von dem gegenseitigen Verhältnis von Leguminose und Bakterien notwendig ist.

Das Vorhandensein von Knöllchen an den Wurzeln der Leguminosen war bereits den älteren Botanikern bekannt, aber erst 1879 wies

[1]) Neuere Darstellungen finden sich in A. Fischer, Vorlesungen usw., S. 155, und in Lafar, Handb. d. techn. Myk., 2. Aufl., III., S. 26 (von L. Hiltner).

B. Frank nach, dafs die Knöllchen im sterilisierten Boden nicht entstehen. Schon diese Tatsache hätte darauf führen müssen, dafs es sich bei der Bildung der Knöllchen um irgendeine Wechselbeziehung zwischen Mikroorganismen und den Wurzeln handeln müsse. Indessen konnte man diesen Gedanken deswegen nicht fassen, weil man über die anatomische Struktur der Knöllchen ganz eigenartige Anschauungen hegte. Bereits 1867 hatte M. Woronin darauf hingewiesen, dafs im

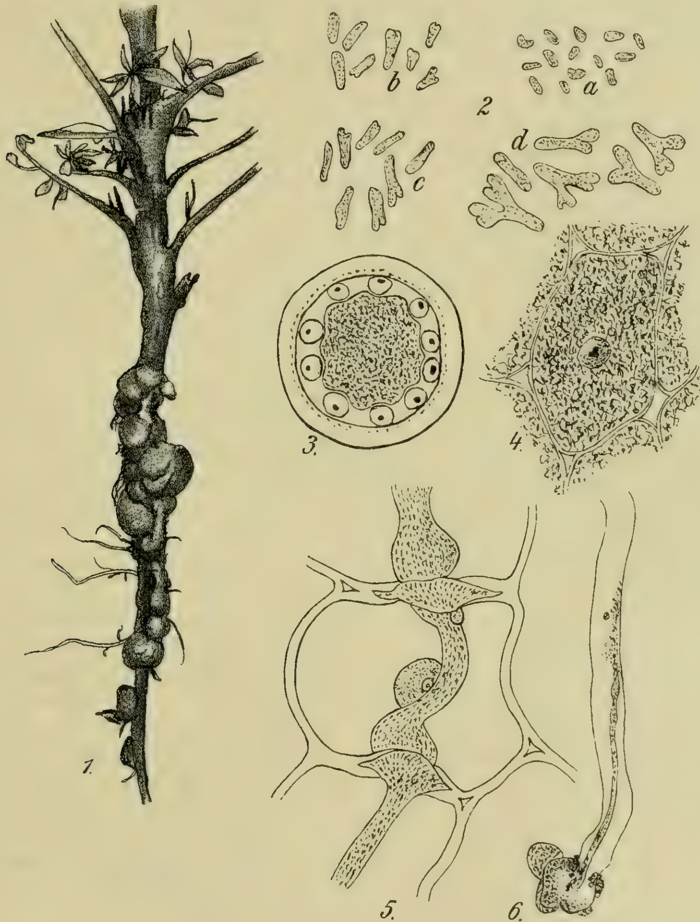


Fig. 11. Leguminosenknöllchen.

1 Wurzelknöllchen von Lupinus luteus. *2* Bakterien (*a*) und Bakteroiden (*b*—*d*) von Vicia sativa. Stark vergr. *3* Querschnitt durch ein Knöllchen von Vicia sativa. 10:1. *4* Zelle des Bakteroidengewebes der Lupine. 600:1. *5* Infektionsschlauch der Erbse, durch die Zellen vordringend. 650:1. *6* Infektionsfaden der Erbse. 175:1. (*1*—*3* nach Hiltner, *4*—*6* nach A. Fischer.)

Innern der Knöllchen in den Zellen Gebilde vorhanden seien, die Bakterien ähnlich sähen. Nachdem verschiedene Ansichten über die Natur dieser Bakteroiden geäufsert waren, nahm man auf Grund der Forschungen von Brunchorst und Tschirch an, dafs man es mit eigenartigen Eiweifskristalloiden zu tun hätte, die zur Stickstoffspeicherung in Beziehung ständen. In diese Zeit (1887) fällt die Bekanntgabe der

Resultate der klassischen Untersuchungen von H. Hellriegel und H. Wilfarth[1]). Sie erwiesen aufs einleuchtendste, dafs der Stickstoff der Leguminosen nicht aus dem Boden stammen könnte, sondern nur aus der Atmosphäre; gleichzeitig aber zeigten sie, dafs die Pflanze nicht von selbst den freien Stickstoff assimilieren kann, sondern dafs sie dazu der Vermittlung von Mikroorganismen, die in den Knöllchen sitzen, bedarf. Damit war der richtige Weg für die weitere Forschung geliefert. Es folgte dann im Jahre 1888 die Reinkultur der Knöllchenbakterien durch Beijerinck, bald darauf auch die Bestätigung dieser Untersuchungen durch andere Forscher. Pražmowski und B. Frank wiesen nach, wie die Einwanderung der Bakterien in die Wurzel erfolgt. Während zuerst angenommen wurde, dafs die Knöllchenbakterien nur zu einer einzigen Art gehören, ist durch die eifrige Forschung im letzten Jahrzehnt festgestellt worden (z. B. von Nobbe, Hiltner, Beijerinck u. a.), dafs wir es mindestens mit zwei Arten zu tun haben, von denen jede wahrscheinlich wieder eine ganze Anzahl von Anpassungsformen bildet. So läfst sich das *Rhizobium* (Bacillus) *Beijerinckii* nicht oder sehr schwer auf Gelatine züchten; es gedeiht nur auf Agar und findet sich in den Knöllchen von Lupinen, Serradella und Soja. Die andere Art, *Rhizobium radicicola*, dagegen wächst auf Gelatine gut und umfafst alle übrigen Knöllchen. Diese Organismen sind in den Ackerböden in gröfserer oder geringerer Menge vorhanden und wandern von da in die Wurzeln ein. In vielen Fällen bedarf es aber erst einer Anreicherung der Bakterien, um die Kultur der Leguminosen zu ermöglichen. Das geschieht am einfachsten durch Aufstreuen von Erde eines Feldes, auf dem dieselben Leguminosen bereits kultiviert wurden. Auch einen Impfdünger, Nitragin, der im wesentlichen aus Reinkulturen der Rhizobien besteht, hat man empfohlen.

Um nun das Verhältnis zwischen Leguminose und Bakterien, das man gewöhnlich als Symbiose bezeichnet, näher zu charakterisieren, mag jetzt noch einiges über Bau und Entwicklung der Knöllchen gesagt werden. Schneidet man ein jüngeres Knöllchen auf, so erblickt man grofse, mit feinstrichligem Inhalt erfüllte Zellen, welche man mit dem Namen Bakteroidengewebe bezeichnet (Fig. 11, *3*). Entweder wird das ganze Innere des Knöllchens von diesem Gewebe eingenommen, oder es sind mehrere Nester davon vorhanden, die häufig miteinander im Zusammenhang stehen. Diese Zellen enthalten die Bakterien, die aber nur in jüngeren Stadien der Knöllchen als feine, kurze Stäbchen zu sehen sind (Fig. 11, *4*). Sehr bald verändern sie ihre Gestalt und nehmen Involutionsformen an, die allerhand Gestalten zeigen (Fig. 11, *2*). Besonders häufig sind dreigablige Zellen, doch kommen auch einfache, unförmlich angeschwollene oder mehrfach verzweigte Formen vor. Diese früher für Eiweifskristalle angesehenen Körper sind also die durch ungünstige Verhältnisse in ihrer Gestalt beeinflufsten Bakterien (Bakteroiden). Wenn die Pflanze zur Fruchtbildung schreitet, so löst sie die Bakteroiden allmählich auf; zuletzt finden sich in den zusammengefallenen Knöllchen nur noch Trümmer von Bakteroiden und daneben auch noch einige intakte Stäbchen, die durch die Verwesung der Knöllchen in den Boden gelangen.

Die Besiedlung der Wurzeln mit den Bakterien erfolgt durch Ver-

[1]) Untersuchungen über die Stickstoffnahrung der Gramineen und Leguminosen, Beilageheft zu der Zeitschr. d. Ver. f. d. Rübenzucker-Industr. d. D. R., 1888.

mittlung der Wurzelhaare, wenigstens bei der Erbse. Unter der Einwirkung der an der Aufsenwand sitzenden Bakterien verkrümmen sich die Wurzelhaare, und man sieht dann an einer solchen verbildeten Stelle im Innern eine schleimige Kolonie von Bakterien. Von ihr geht ein glänzender, mit Bakterien erfüllter Schlauch aus, der durch das Wurzelhaar bis zu den Rindenzellen wächst und sich hier zu verzweigen beginnt (Fig. 11, *5*, *6*). Die Zellen der Wurzel werden durch die sich aus dem Schlauche loslösenden Bakterien zu lebhaftem Wachstum angeregt und bilden das Bakteroidengewebe. Zuerst glaubte man in dem Schlauche einen Myxomyceten oder einen andern Pilz zu sehen; nachdem aber der Zusammenhang mit den Bakterien erkannt war, gab ihm FRANK den Namen Infektionsfaden.

Von den in Reinkultur gezüchteten Bakterien wurde festgestellt, dafs sie den Stickstoff aus der Luft assimilieren und deshalb der Leguminose diese Stickstoffquelle zugänglich machen. Das kann aber nur geschehen, wenn die Eiweifsprodukte der Bakterien, wie sie in den Bakteroiden gebildet sind, aufgelöst werden. Die Pflanze also nimmt die Bakterien gastlich in ihren Wurzeln auf, läfst sie hier eine Zeitlang ihre stickstoffsammelnde Tätigkeit entfalten und tötet sie dann allmählich ab, um sie für ihre Ernährung zu verwenden. Wir treffen also auf ein ganz ähnliches Verhältnis, wie es zwischen Pilz und Alge bei den Flechten herrscht. Ebenso wie hier die Alge gefangengehalten und nach Belieben ausgenutzt wird, so geschieht dasselbe dort mit den Bakterien. Fassen wir also das Verhältnis der Flechtencomponenten zueinander als Parasitismus auf, so müssen wir es auch bei den Leguminosenknöllchen tun. Wir kommen demnach, wie A. FISCHER treffend ausführt, zu der paradox klingenden Anschauung, dafs eine höhere Pflanze parasitisch auf Bakterien lebt. Damit ist aber meines Erachtens die hier in Betracht kommende Ernährungsfrage viel schärfer präzisiert als mit dem farblosen Ausdruck „Symbiose“, unter dem man sich alles mögliche vorstellen kann.

Aufser den in die Leguminosen eindringenden Bakterien gibt es auch noch andere Stickstoffsammler. So isolierte WINOGRADSKY aus verschiedenen Bodenarten einen Organismus, den er *Clostridium Pasteurianum* nannte (Fig. 4, *8*). Diese Bakterie wächst am besten in stickstofffreier Nährlösung, wenn zugleich noch ein vergärfähiges Material (z. B. Zucker) vorhanden ist. Wahrscheinlich gibt es noch andere, nahe verwandte Arten, die sich ähnlich verhalten, indessen wissen wir noch zu wenig davon. Man hat auch mit Bakterien aus der Gruppe des *B. subtilis* Stickstoffanreicherung des Bodens erreichen wollen und hat zu diesem Behufe einen Impfstoff, Alinit, empfohlen. Wie jetzt wohl durch zahlreiche Versuche festgestellt ist, hat Alinit den auf ihn gestellten Erwartungen nicht entsprochen; trotzdem haben sich aber aus den zur Lösung dieser Frage angestellten Untersuchungen Fingerzeige ergeben, dafs noch viele Bakterienarten die Fähigkeit besitzen, im Boden eine Stickstoffanreicherung zu veranlassen.

Drittes Kapitel.

Eumycetes (Fadenpilze).

Die Eumycetes oder Fadenpilze, auch wohl „Pilze" schlechthin benannt, besitzen im Gegensatz zu den beiden andern Abteilungen, den Myxomyceten und Schizomyceten, einen ungleich höhern Formenreichtum in ihrem Aufbau und eine weit gröfsere Zahl von Gattungen und Arten. Da sich unter ihnen sehr viele obligate Parasiten befinden, die auf ganz bestimmte Nährpflanzen angepafst sind, so beanspruchen sie viel mehr Aufmerksamkeit und Interesse als die wenigen Parasiten der beiden ersten Abteilungen.

Ich will im folgenden versuchen, die allgemeinen Züge des Aufbaues und der Fruchtentwicklung zu schildern, und gleichzeitig auch einen Überblick über das System und damit den Zusammenhang der Formen geben. Die Einzelheiten der Lebensgeschichte der einzelnen Klassen und Familien vergleiche man bei den betreffenden Abschnitten.

Schon der Name „Fadenpilze" spricht den Gegensatz zu den Myxomyceten und Schizomyceten aus und zeigt, dafs das Hauptcharakteristikum dieser Abteilung die Bildung von Fäden oder Hyphen ist. Wie bei allen Pflanzen, so bildet auch hier das Elementarorgan, aus dem sich der ganze Pilz aufbaut, die Zelle. Die Zellen, deren Form und Gröfse natürlich höchst verschieden sein kann, treten zu Fadenkomplexen zusammen, zu einer Hyphe. Die Gesamtheit der Hyphen bildet den vegetativen Teil des Pilzes, den Thallus. Den Bau des fruktifikativen Teiles lassen wir hier vorläufig aufser acht, da er je nach der Klasse verschieden ist und wenig gemeinsame Züge aufweist. Wenn die Hyphen keine bestimmte äufsere Form aufweisen, sondern regellos verlaufen und nur in oder auf der Pflanze befindliche Überzüge oder Fadenkomplexe bilden, so nennen wir dies ein Mycelium (Mycel). So besitzen alle Eumyceten in der Jugend ein Mycel, aus dem sich dann erst bei den höhern Gruppen ein bestimmt geformter Thallus herausbildet.

Die Zelle setzt sich, wie bei den höhern Pflanzen, aus der Membran, dem Plasma, dem Kern und den übrigen Inhaltsbestandteilen, die meist als Reservestoffe dienen, zusammen. Die Membran besteht nicht aus reiner Cellulose, sondern aus einer chitinartigen Grundsubstanz sowie aus Modifikationen der Cellulose, die noch wenig untersucht sind. In der Jugend stellt sie ein sehr dünnes, hyalines Häutchen dar, das erst im Laufe des Wachstums dicker wird, sich durch Auf- oder Einlagerung an bestimmten Stellen weiter differenziert und häufig durch Farbstoffeinlagerungen gefärbt erscheint. Die Auflagerungen auf der Membran zeigen die verschiedenste Gestalt, so gibt es Höcker, Buckel, Spitzen, Ringe usw.; anderseits werden bei gleichmäfsiger Verdickung der Wandung gewisse Stellen ausgespart, wodurch Kanäle oder Poren entstehen. Wir kennen solche bei den vegetativen Zellen, wo sie den Übertritt des Plasmas von einer Zelle zur andern vermitteln, und bei den Sporen als sogenannte Keimporen, zu denen der Keimschlauch heraustritt. Die Färbung der Membranen ist höchst mannigfaltig, es können gelbe, grüne, blaue, braune, olivengrüne und schwarze Einlagerungen auftreten; namentlich bei den Sporen finden sich aufserordentlich verschiedene Farbennuancen der Membran. Sehr häufig

finden sich aufsen auf der Membran oder auch in ihr Ablagerungen von Kristallen von oxalsaurem Kalk; gelegentlich sind auch Verholzungen (z. B. bei Polyporeen) und Harzablagerungen beobachtet worden. Das Wachstum der Membran, und damit der ganzen Zelle, findet, wenn wir von den wenigen einzelligen Hefen absehen, nur an der Spitze statt, in einer ganz bestimmten schmalen, ringförmigen Zone. Unmittelbar hinter ihr ist die Fähigkeit zur Streckung bereits erloschen. Auch dieses echte Spitzenwachstum bildet ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal gegenüber den beiden andern Abteilungen.

Das Plasma unterscheidet sich in seinem Aufbau wohl kaum von dem der übrigen Pflanzen. Im allgemeinen verteilt es sich bei älteren Zellen an der Membran und bildet einen Schlauch, dessen Lumen von einzelnen Querbändern durchzogen wird. In jungen, schnellwachsenden Zellen ist es ganz gleichmäfsig verteilt, namentlich am Scheitel; später beginnt es sich dann durch Vakuolen zu zerklüften, es wird „schaumig“.

Im Plasma eingebettet finden wir als auffällige Gebilde die Vakuolen, die mit Zellsaft erfüllt sind. Von anorganischen Einschlüssen wären die Kristalle von oxalsaurem Kalk zu erwähnen. Weitaus häufiger sind aber Kristalloide organischer Natur, hauptsächlich wohl von Eiweifskörpern. Diese noch wenig untersuchten Gebilde treten bei Mucoraceen (Mucorin), Saprolegniaceen (Cellulin), Erysipheen (Fibrosin) usw. auf. Sehr häufig findet man Fette und fettes Öl. Letzteres tritt in Form von kleinen Kügelchen oder gröfseren, mehr oder weniger kugligen Ansammlungen auf und läfst sich durch Reagentien leicht nachweisen. Äther, Alkohol, Chloroform, Chloralhydrat, Benzol lösen es auf, Alkannatinktur färbt es rot und 1 %ige Überosmiumsäure braun. Die Färbung der Öltropfen ist verschieden: neben den glänzenden, hyalinen, stark lichtbrechenden Tropfen kommen rote, gelbe, grüne oder fast schwarze, je nach der Art, vor. Harze werden hauptsächlich bei den Hutpilzen angetroffen. Aufserdem finden wir noch sehr viele als Reservestoffe anzusehende Körper, die im Zellsaft oder Plasma gelöst oder fein verteilt sind; ich nenne vor allem das wichtige, die Stärke ersetzende Glykogen, ferner Mannit, Farbstoffe u. a. Dagegen fehlen den Pilzen stets die Chlorophyllkörner und die aus dem Assimilationsprozefs entstehenden Stärkekörner.

Als Träger der Eigenschaften der Zelle kommen die Kerne in Betracht. Sie sind meist nur von sehr geringer Gröfse und lassen nur in wenigen Fällen im ruhenden Zustand eine Differenzierung erkennen. Ein Nucleolus kann meist durch Farbstoffe nachgewiesen werden. Wichtig ist die Teilung der Kerne. Da aber die Einzelheiten bei den einzelnen Gruppen sehr verschieden sind, so soll an den geeigneten Stellen so viel davon mitgeteilt werden, wie zum Verständnis notwendig ist. Erschöpfend ist unsere Kenntnis der Kernvorgänge keineswegs. Ganz allgemein sei hier nur bemerkt, dafs sich sowohl amitotische Teilung (Fragmentation, direkte Zerschnürung) wie mitotische (Segmentation, Bildung von Kernfiguren) vorfindet. Während in den Zellen der höhern Pflanzen sich stets nur ein Kern vorfindet, besitzen die Pilzzellen meist zwei oder mehrere Kerne.

Nachdem wir die Grundbestandteile der Zelle kennen gelernt haben, soll kurz ihre Form und die Art der Verbände geschildert werden. Meistens besitzen die Pilzzellen eine langgestreckte, cylindrische Gestalt; doch kommen daneben auch kuglige, tonnenförmige, eiförmige und andere Formen vor. Besonders mannigfach in der Form

haben sich die Sporen der Pilze ausgebildet. Bei der grofsen Klasse der Phycomyceten wird das Mycel von einer einzigen Zelle (Fig. 12, *1*) gebildet, die sich in der mannigfachsten Weise verzweigen und einen weit ausgedehnten Komplex bilden kann. Dieses einzellige Mycel wird später seine genauere Besprechung bei den Phycomyceten finden. Bei allen übrigen Pilzen, mit Ausnahme weniger Gruppen, wie z. B. Saccharomyceten, schliefsen sich die Zellen zu fadenförmigen Hyphen zusammen, die mit ausgesprochenem Spitzenwachstum fortwachsen und sich in typischer monopodialer oder sympodialer Weise verzweigen können (Fig. 12, *2*). Dichotomieen des Scheitels kommen am typischen Mycel wohl nur selten vor, dagegen häufig bei Haustorien, sklerotialem Gewebe usw. Neben diesem typischen Mycel, bei dem alle Zweige in dauerndem Verbande bleiben, findet sich noch das Sprofsmycel, welches sich äufserlich schon dadurch von jenem unterscheidet, dafs die einzelnen Zellen nicht in gerader Linie, sondern zu mehr oder weniger baumförmigen Kolonieen angeordnet sind. Die Tochterzellen gehen aus der Mutterzelle nicht mehr durch Streckung des Scheitels und Abgliederung mittels einer Scheidewand hervor, sondern durch Sprossung. Dazu treibt die Mutterzelle an einem bestimmten Punkte eine kleine Ausstülpung hervor, die sich vergröfsert und sich nach gewisser Zeit von der Mutterzelle abtrennt. Wenn mehrere solcher Sprofszellen oder Sprofskonidien (Hefenkonidien) entstehen, die dann wieder aussprossen können, so entstehen baumartig angeordnete Kolonieen, die sich früher oder später in ihre Einzelzellen auflösen. Wir werden später noch öfter Gelegenheit haben, auf diese myceliale Vermehrung durch Sprossung zurückzukommen.

Die Hyphen laufen nun nicht blofs neben- und zwischeneinander her, sondern sie treten bei den höhern Pilzen zu mehr oder weniger ausgesprochenen Gewebeverbänden zusammen. Als ersten Anfang zu einer engern Vereinigung von Hyphen mögen die Fusionen oder Anastomosen gelten, wie sie in Form einfacher Verwachsungen bei vielen Ascomyceten, in Form von Schnallen bei den Basidiomyceten zu finden sind. Alle Arten der Verflechtungen von Pilzhyphen werden mit dem Gesamtnamen Plectenchym bezeichnet. Man unterscheidet je nach der Art und der Dichte der Hyphenverflechtung viele Arten von Plectenchymen, von denen nur die wichtigsten hier genannt werden können. Das Hautplectenchym stellt den einfachsten Typus dar; dazu gehören die dichten Decken der Schimmelpilzmycelien, die Kahmhäute der Fadenpilze u. a. Unter Strangplectenchym versteht man das Zusammentreten von parallelen Hyphen zu Strängen. Hierher gehören z. B. die Coremien, die aus parallel verlaufenden Fäden bestehen, die Rhizomorphen, die bereits weiter in Rinde und Markgewebe differenziert sein können u. a. Sobald der parallele Fadenverlauf aufhört und an seine Stelle eine unregelmäfsige Verflechtung der Hyphen eintritt, erhalten wir die typischen Pilzgewebe, wie sie sich in weitester Verbreitung im Pilzreich finden. Die Verflechtung der Hyphen kann so eng und ihre Zergliederung in Teilzellen so weitgehend sein, dafs auf dem Querschnitt das Bild eines Parenchyms vorgetäuscht wird. Wir nennen das Gewebe dann Paraplectenchym (Pseudoparenchym) (Fig. 12, *3a*). Gewinnen wir dagegen auf dem Querschnitt den Eindruck eines Prosenchyms, d. h. vorwiegend langgestreckte Zellenden und Lücken, so sprechen wir von Prosoplectenchym (Fig. 12, *3b*). Diese beiden extremen Typen sind durch mannigfache

eingriffe auf die Entwicklung der Pflanze ausüben, einen noch gröfseren Raum wie früher eingeräumt. Sie ist bestrebt, immer darauf hinzuweisen, wie die Pflanze das Produkt ihres speziellen Standorts ist, wie bei derselben Art die einzelnen Individuen stofflich und gestaltlich je nach den vorhandenen Ernährungsbedingungen voneinander abweichen, und wie die verschiedenen Individuen den einzelnen Krankheitsursachen gegenüber sich in ganz verschiedenem Grade widerstandsfähig erweisen. Deshalb mufs nicht auf die lokale Bekämpfung oder Abhaltung des Parasiten, sondern auf die Stärkung der natürlichen Immunität und Anzucht widerstandsfähiger Varietäten das Hauptgewicht gelegt werden.

Erster Band.

Diese Anschauungen finden sich nun in dem allgemeinen Teile des **ersten Bandes** in der Einleitung ausführlicher auseinandergesetzt. Es wird zunächst erörtert, was als Krankheit behandelt werden mufs, und dabei darauf hingewiesen, dafs auch die Abweichungen vom Kulturzweck zur Besprechung gelangen müssen, obwohl sie oftmals gar keine eigentlichen Krankheiten darstellen. Dies gibt Veranlassung, die Abhängigkeit des Organismus von der Umgebung speziell zu erörtern und die Fragen über die Entstehung einer Krankheit und das Wesen des Parasitismus sowie über Krankheitsvererbung und Degeneration zu besprechen.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich die Notwendigkeit, denjenigen, der sich wissenschaftlich mit der Pathologie beschäftigen will, auf die früheren Anschauungen über das Wesen der Krankheiten und ihr Zustandekommen aufmerksam zu machen, und dies geschieht in einem zweiten, neu hinzugekommenen Abschnitt, der die geschichtliche Entwicklung behandelt.

In dem nun folgenden speziellen Teile wird im ersten Abschnitt auf die Erscheinungen eingegangen, die durch **ungünstige Bodenverhältnisse** veranlafst werden. Das erste Kapitel behandelt die Lage, das zweite die ungünstige physikalische Bodenbeschaffenheit. Die chemischen Verhältnisse werden in den Kapiteln «Wasser» und «Nährstoffmangel und -überschufs» eingehend besprochen.

Im zweiten Abschnitt finden wir eine eingehendere Darlegung der Wirkungen schädlicher atmosphärischer Einflüsse, wobei die neueren Untersuchungen Sorauers über die Frostschäden einen breiteren Raum einnehmen und durch zahlreiche Abbildungen erläutert werden. Dem Kapitel über Wärmemangel folgen die über Wärmeüberschufs, Lichtmangel und -überschufs, Blitz, Sturm, Hagel usw.

So wie die vorigen Abschnitte hat auch der Abschnitt über schädliche Gase eine wesentliche Erweiterung in Rücksicht auf die sich beständig steigernden Prozesse zwischen Landwirtschaft und Industrie erfahren. In gleicher Weise ist bei der Wundbehandlung besondere Rücksicht auf die im praktischen Leben vorkommenden Fälle genommen worden, indem die Kapitel über Schröpfen und Schälen der Bäume sowie Veredlung und Stecklingszucht unter Zuhilfenahme zahlreicher anatomischer Bilder auf wissenschaftlicher Basis ausführlich behandelt worden sind.

Zweiter Band.

Im **zweiten Bande** beginnt **Prof. Lindau** seine Darstellung der durch pflanzliche Schmarotzer hervorgerufenen Krankheiten mit der Schilderung der parasitischen Pilze und behandelt in einem zweiten Abschnitt die parasitären Algen, im dritten die phanerogamen Schmarotzer.

Unter Übernahme der **Abbildungen** der vorigen Auflage und reichlicher Vermehrung derselben werden nach Besprechung der Schleimpilze (*Myxomycetes*) schon im ersten Hefte die bereits sehr zahlreich gewordenen Bakterienkrankheiten dargestellt. Die nächsten Hefte werden die Mycelpilze (*Eumycetes*) in der dem Standpunkt des Verfassers entsprechenden Anordnung bringen, und zwar zunächst die Algenpilze (*Phycomycetes*) in ihren Unterabteilungen der Eisporenpilze (*Oomycetes*) und Jochpilze (*Zygomycetes*). Es werden sich daran die Schlauchpilze (*Ascomycetes*) und Basidienpilze (*Basidiomycetes*) sowie die Fungi imperfecti anschliefsen.

Dritter Band.

Im **dritten Bande** faſst **Dr. Reh** alle praktisch wichtigen Beschädigungen durch Tiere zusammen.

Nach einem einleitenden Abschnitt, der über die Biologie der schädlichen Tiere, ihre Verbreitung und Schädigungsform handelt, wendet sich **Dr. Reh** zur systematischen Übersicht und beginnt im zweiten Abschnitt seine Darstellung mit den Würmern und pflanzenschädlichen Crustaceen. An diese Kapitel gliedern sich die Tausendfüſse, Spinnen und Milben, Insekten und schlieſslich die Wirbeltiere. Der dritte Abschnitt beschäftigt sich mit der Bekämpfung, bei der im ersten Kapitel die natürlichen Feinde aus dem Tierreiche, im zweiten Kapitel die Feinde aus dem Pflanzenreiche, nämlich die insektentötenden Pilze, besprochen werden. Es folgen sodann die Kapitel über die mechanischen und chemischen Bekämpfungsmittel und die dazu gehörigen Apparate. Der letzte Abschnitt wird die Bedeutung der Disposition für tierische Angriffe behandeln.

Übereinstimmend bei allen Bearbeitern ist das Bestreben gewesen, wissenschaftliches Material zu geben, aber dieses Material so darzustellen, daſs sich auch der keine speziellen Vorkenntnisse besitzende Leser in den Stoff einarbeiten kann. Aus diesem Grunde sind bei dem Gebrauch der technischen Ausdrücke erklärende Umschreibungen eingeflochten worden. Durch die Einrichtung, nach einer allgemeinen Einleitung bei jedem Kapitel die einzelnen Krankheitsfälle in knapper Darstellung vorzuführen, ist nicht nur Raum gewonnen, sondern auch die Verwandtschaft der einzelnen Krankheiten angedeutet. Wo es nötig erschien, sind **synoptische Tafelbilder** beigegeben.

Bei allen diesen Erweiterungen des wissenschaftlichen Teils des Handbuchs ist aber die in den früheren Auflagen bereits zum Ausdruck gebrachte Methode beibehalten worden, bei jeder Gelegenheit **auf das praktische Bedürfnis** der leichten Erkennung und der möglichen Bekämpfung oder Vorbeugung der Krankheiten hinzuweisen, so daſs das Handbuch in seiner neuen Form als das **umfassendste aller bis jetzt existierenden Werke auf dem Gebiete der Phytopathologie** bezeichnet werden darf und hoffentlich **auch von seiten gebildeter Praktiker** diejenige freundliche Aufnahme finden wird, die den früheren Auflagen zu teil geworden ist.

Die dritte Auflage des Handbuchs der Pflanzenkrankheiten, die nach dem im vorstehenden Gesagten gegenüber den früheren Auflagen ein vollständig neues Werk sein wird, wird in 16—18 Lieferungen zum Preise von je 3 Mark erscheinen und soll bis Ende 1906 vollständig vorliegen. Der Gesamtumfang wird etwa 90—96 Druckbogen mit zahlreichen Textabbildungen betragen. Das Werk ist in drei Bände eingeteilt und das Erscheinen der Lieferungen so geregelt, daſs abwechselnd Lieferungen aus den verschiedenen Bänden zur Ausgabe gelangen. Einzelne Bände und Lieferungen werden nicht apart abgegeben. Einbanddecken erscheinen mit der Schluſslieferung.

Seiner ganzen Anlage nach ist Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten in seiner dritten Auflage als das zur Zeit umfassendste Werk des mächtig sich entwickelnden Gebietes der Phytopathologie zu bezeichnen.

Zu einer Subskription auf dasselbe sei hiermit höflichst eingeladen; die Lieferung kann durch die Buchhandlung erfolgen, die vorliegendes Heft übersandt hat.

Piererſche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg, S.-A.

Lieferung 3. (Zweiter Band, Bog. 7—12.) Preis: 3 Mark.

Handbuch
der
Pflanzenkrankheiten

von

Prof. Dr. Paul Sorauer.

Dritte, vollständig neubearbeitete Auflage

in Gemeinschaft mit

Prof. Dr. G. Lindau,
Privatdozent an der Universität Berlin

und

Dr. L. Reh,
Assistent am Naturhistor. Museum in Hamburg

herausgegeben
von

Prof. Dr. P. Sorauer,
Berlin.



Mit zahlreichen Textabbildungen.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1905.

Erscheint in 16—18 Lieferungen à 3 Mark.

Prospekt.

Die soeben beginnende dritte Auflage des Handbuchs der Pflanzenkrankheiten weicht insofern wesentlich von der zweiten seit Jahren bereits vergriffenen ab, als nicht mehr der Herausgeber allein die Bearbeitung übernommen, sondern in Gemeinschaft mit zwei Spezialforschern durchgeführt hat. Der Grund für diese Anordnung lag in dem Bestreben, das seit dem Erscheinen der zweiten Auflage in ungeahnter Weise angewachsene Material in kurzer Zeit zu bewältigen, um nicht den ersten Teil schon veraltet zu sehen, wenn der letzte erscheint. Ferner war dabei der Wunsch mafsgebend, die Arbeit so sorgsam wie möglich zu gestalten, und dies liefs sich eben dadurch am besten durchführen, dafs jeder Bearbeiter nur das Gebiet darstellt, auf dem er speziell auch forschend tätig gewesen ist. Dementsprechend ist die Gliederung des Werkes schärfer als in der zweiten Auflage dadurch zum Ausdruck gekommen, dafs **Dr. Reh** die tierischen Feinde, **Prof. Lindau** die pflanzlichen Parasiten und **Prof. Sorauer** diejenigen Krankheitserscheinungen behandelt, die durch Witterungseinflüsse, Lage und Beschaffenheit des Bodens sowie durch die Eingriffe hervorgerufen werden, die der Mensch mit seinen Kulturbestrebungen ausübt.

Wie man daraus ersieht, ist die frühere Anordnung des Stoffes nach den Krankheitsursachen gegenüber anderweitig geäufserten Wünschen einer Anordnung nach den Nährpflanzen beibehalten worden. Der Herausgeber verkennt nicht die Vorteile der letzteren Methode, aber er hält dieselbe nur dort für angebracht, wo es sich um den rein praktischen Zweck handelt, dem Leser das Bestimmen einer Krankheitserscheinung und die Auffindung der Bekämpfungsmittel zu erleichtern. Auf das Wesen der Krankheiten, auf ihre Ursachen und ihren inneren Zusammenhang, ihre organische Vereinigung zu Verwandtschaftsgruppen, kurz auf die wissenschaftliche Basis der Phytopathologie könnte bei dieser Methode nicht eingegangen werden, oder es müfsten sich fast bei jeder Nährpflanze die begründenden Erklärungen wiederholen.

Das Sorauersche Werk legt aber den Hauptnachdruck auf die wissenschaftliche Begründung und die Darstellung des organischen Zusammenhanges der zur Erkrankung führenden Lebensvorgänge, also des eigentlichen Wesens der Krankheit. Nur dadurch ist es möglich, den Leser zu befähigen, aus der Empirie herauszutreten und zu einer rationellen Beurteilung der einzelnen Krankheitsfälle zu gelangen.

Von dieser Anschauung ausgehend, sind sämtliche Bearbeiter bestrebt gewesen, bei der Darstellung der einzelnen Krankheitsfälle auf die teils in der Witterung, teils in der Bodenbeschaffenheit oder Bewirtschaftungsweise, teils in der Konstitution der Nährpflanze selbst liegenden Nebenumstände, die für das Zustandekommen einer Krankheit notwendig sind, hinzuweisen und zu betonen, dafs in der Bekämpfung oder Vermeidung derartiger begünstigender Faktoren der Weg liegt, einer Erkrankung, auch einer parasitären, Herr zu werden.

Mit dieser Betonung der Prädisposition stand bei Erscheinen der ersten Auflage des Handbuchs der Herausgeber allein; jetzt wird dieser Standpunkt von vielen der bedeutendsten Forscher geteilt. Damit hat sich aber auch eine Umwertung der krankeitserzeugenden Faktoren vollzogen. Es wird jetzt bei den parasitären Krankheiten die Darstellung der Entwicklungsgeschichte des Parasiten und seine Angriffsform nicht mehr die Hauptsache bilden, sondern diese wird in dem Nachweis zu suchen sein, dafs der Parasit nur unter ganz bestimmten Umständen seinen Nährorganismus zu erfassen und zu zerstören imstande ist. Dadurch unterscheidet sich das Sorauersche Werk von anderen, vorzugsweise nur die parasitären Krankheiten behandelnden Werken.

Geleitet von dieser Idee hat die dritte Auflage des Handbuchs dieser Darstellung der Einflüsse, welche Bodenbeschaffenheit, Lage, Witterung und Kultur-

(*Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlages.*)

Übergänge verbunden, die dann durch bezeichnende Adjektiva charakterisiert werden können. Solche Gewebe kommen namentlich bei den Dauerformen der Mycelien, den sogenannten Sklerotien, vor. Je nach ihrer Funktion als Haut-, Leitungs-, Exkretions- usw. Gewebe

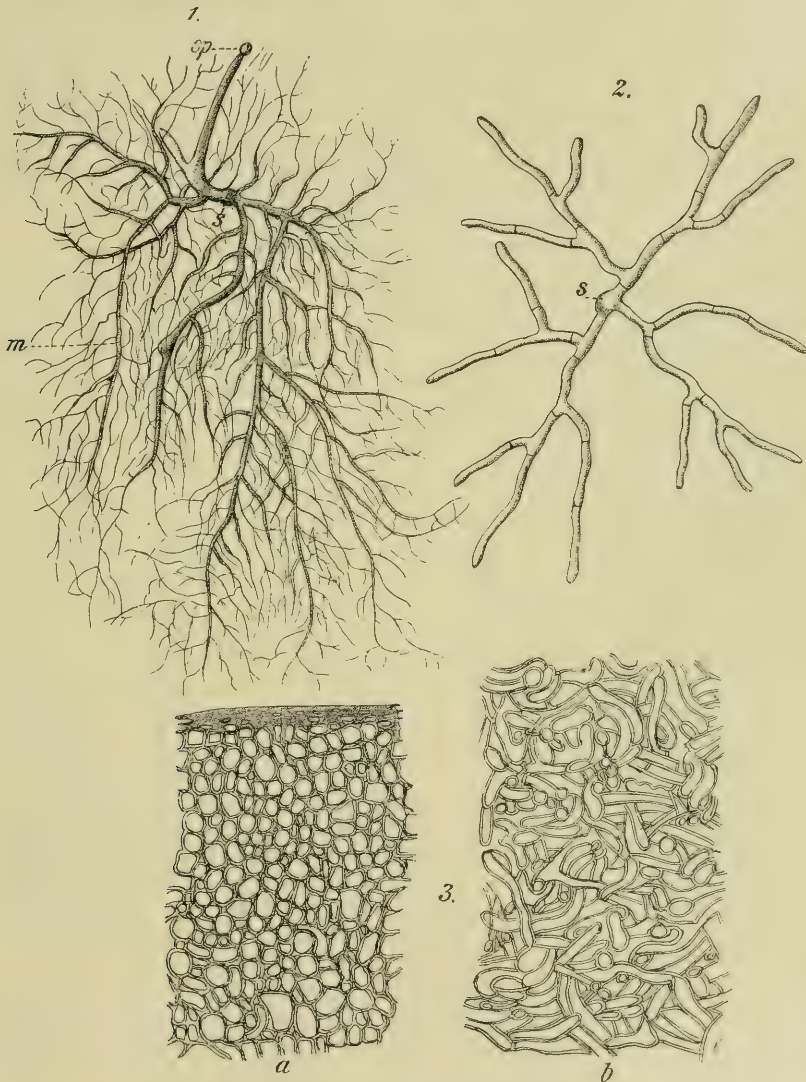


Fig. 12. Myceltypen.

1 Mycel von *Mucor Mucedo* ohne Scheidewände. *s* ausgekeimte Spore, *m* Mycel, *sp* junges Sporangium. *2* Mycel von *Penicillium crustaceum* mit Scheidewänden, *s* ausgekeimte Spore. *3* Sklerotiengewebe von *Claviceps purpurea*, *a* Paraplectenchym vom Rande des Sklerotiums, *b* Prosoplectenchym aus der Mitte. 360 : 1. (*1* nach Brefeld, *2* nach Zopf, *3* nach v. Tavel.)

können sich nun die Formen der Gewebearten modifizieren, wodurch eine grofse Zahl verschieden aussehender Gewebe gebildet wird, die noch wenig untersucht sind, und von denen wir bei Gelegenheit noch einige kennen lernen werden.

Im allgemeinen sind die Mycelien und die aus ihnen hervorgehenden Gewebeverbände gegen äufsere Einflüsse empfindlich, weshalb es unter Umständen notwendig erscheint, einen genügenden Schutz gegen Kälte, Hitze usw. zu erhalten. Die Pilze erreichen dies durch die Ausbildung eines Sklerotiums. Dies besteht aus einem harten, sehr dichten Para- oder Prosoplectenchym (oft von beiden [Fig. 12, *3*]), und der Inhalt der Zellen wird dicht mit Öl angefüllt. Solche Dauerzustände des Mycels werden meist gebildet, wenn der vegetative Teil des Pilzes den Winter oder die Trockenzeit überdauern mufs, um erst nachher zur Fruktifikation zu schreiten. Der Hauptanstofs für die Gewebebildung und damit für bestimmte Formausbildung des Pilzes geht aber aus dem Bestreben hervor, den Fruchtlagern eine Unterlage oder einen Schutz zu gewähren oder den Sporen die Ausstreuung und Verbreitung zu erleichtern. Wir finden für diese Zwecke Einrichtungen der allerverschiedensten Art, die in ihrer Form sehr mannigfach sein können, aber doch den Lebensgewohnheiten der betreffenden Arten eng angepafst erscheinen. Es berührt deshalb nicht wunderbar, wenn wir bei Pilzen weit getrennter Gruppen dieselben äufseren Formen wiederkehren sehen (z. B. *Clavaria*-Arten und *Geoglossum*), dagegen oft in derselben Gattung Arten, die äufserlich völlig verschieden aussehen; ich erinnere an die Formenmannigfaltigkeit der Hüte von *Polyporus*. In weiter Verbreitung findet sich im Pilzreich das sogenannte Stroma, das meist ein flaches, kuchenartiges Gebilde von gröfserer oder geringerer Ausdehnung darstellt; bei manchen Gruppen kommen aber auch stift- oder geweihartige Stromata zur Ausbildung. Auf die morphologische Bedeutung des Stromas kann hier schon deswegen nicht näher eingegangen werden, weil sie erst bei wenigen Gruppen klargelegt worden ist; dagegen erscheint die biologische Funktion einigermafsen klar, wenn auch vielleicht der Zweck der Formgestaltung für die Anpassung nicht ohne weiteres bei jedem einzelnen Falle in die Augen springt. Im allgemeinen dient das Stroma dazu, den jungen Fruchtkörpern eine Schutzhülle und später eine feste Unterlage zu sein: bei höherer Ausbildung soll die Verbreitung der Sporen erleichtert werden. Je nach diesen Funktionen treffen wir bald auf ein ziemlich weiches, bald auf ein fast sklerotiales Plectenchym; ebenso ist auch die Färbung sehr verschieden. Typische Stromata finden wir bei den Ascomyceten, doch kommen sie hin und wieder auch bei den Basidiomyceten vor (z. B. bei den Lycoperdaceen). Ähnliche biologische Funktionen erfüllt bei den höhern Basidiomyceten der sogenannte Hut. Der Aufbau dieses ausschliefslich der Sporenausbildung und Sporenzerstreuung dienenden Gebildes ist ein äufserst komplizierter, sowohl mit Rücksicht auf seine morphologische Entwicklung als auch auf seine anatomische Gliederung. Die spätere Behandlung der Hymenomyceten wird Gelegenheit geben, auf dieses hochdifferenzierte Gebilde näher einzugehen.

Wir kommen nun zu dem fruktifikativen Teile des Pilzthallus, soweit er dazu bestimmt ist, der Fortpflanzung des Individuums und der Art zu dienen; die Behandlung des verschiedenen Baues und äufsern Aussehens der Fruchtkörperbildungen dagegen möge für die einzelnen Abteilungen aufgespart bleiben. Wir können je nach der Entstehung geschlechtlich und ungeschlechtlich entstandene Fruktifikation unterscheiden. Die erstere Art beschränkt sich ausschliefslich auf die Phycomyceten und soll dort, da die verschiedenen Familien aufserordentlich verschiedene Typen der geschlechtlich entstehenden Früchte

aufweisen, ihre nähere Besprechung finden. Um wenigstens aber eine Anschauung einer solchen geschlechtlichen Spore zu geben, bilde ich auf Fig. 13, *1* die Zygospore von *Mucor Mucedo* ab. Alle übrigen Fortpflanzungszellen entstehen ungeschlechtlich. Das eigentliche Fortpflanzungsorgan der Pilze ist die Spore. Je nach ihrer Entstehung unterscheiden wir endogen oder exogen entstehende Sporen, d. h. also solche, welche innerhalb oder aufserhalb einer Pilzzelle gebildet worden sind.

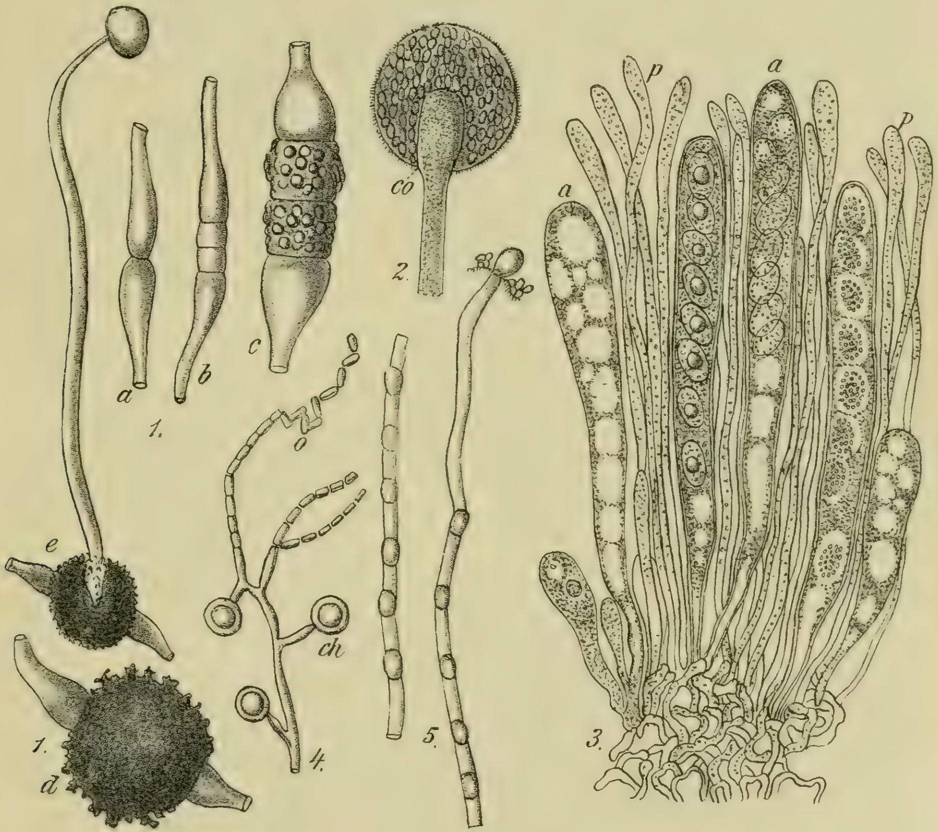


Fig. 13.

1 Zygospore von *Mucor Mucedo*, *a*, *b*, *c*, *d* aufeinanderfolgende Stadien bei ihrer Bildung, 225 : 1, *e* auskeimende Zygospore, 60 : 1. *2* Sporangium von *Mucor Mucedo* im optischen Längsschnitt, *co* Columella, 225 : 1. *3* Asken (*a*) und Paraphysen (*p*) aus dem Apothecium von *Humaria convexula*, 550 : 1. *4* Mycelzweig von *Endomyces decipiens* mit Chlamydosporen (*ch*) und Oidien (*o*), 240 : 1. *5* Chlamydosporen von *Chlamydomucor racemosus*, links im Verlaufe einer Mycelhyphe, rechts in einem Sporangienstiel gebildet, 80 : 1. (*1*, *2*, *4*, *5* nach Brefeld, *3* nach Sachs.)

Wenn wir annehmen, dafs das Pilzreich sich auf die Algen zurückführen läfst, so müssen wir die endogene Sporenbildung als die phylogenetisch älteste betrachten. Das erscheint schon deshalb klar, weil die grünen Algen, die etwa als die Urvorfahren der Pilze angesehen werden können, ebenfalls nur endogene Sporenbildung besitzen. Danach würde also der älteste Typus der Fruktifikation bei den Pilzen das Sporangium (Fig. 13, *2*) sein, d. h. eine Zelle, die in ihrem Innern

Sporen (Sporangiensporen) entwickelt. Die Sporangien besitzen eine wechselnde Zahl von nicht gleichgrofsen Sporen und variieren in ihrer Gröfse und Form innerhalb ziemlich weiter Grenzen bei jeder Art. Allmählich hat sich dann durch das Streben nach Vervollkommnung eine gewisse Regelmäfsigkeit in allen Teilen des Sporangiums eingestellt, die schliefslich zu einer Form führte, die scheinbar mit dem ursprünglichen Sporangium nichts mehr zu tun hat. Das ist der Ascus oder Schlauch (Fig. 13, *3*), den wir als ein Sporangium definieren, das in seiner äufseren Form, im morphologischen Orte der Entstehung, in der Zahl und Gestalt der Sporen (Ascosporen) und in den zur Sporenbildung führenden Kernvorgängen regelmäfsig geworden ist. Der Ascus ist für die grofse Klasse der Ascomyceten charakteristisch und bietet sich bei ihnen in einer solchen Mannigfaltigkeit der äufseren und inneren Differenzierung dar, dafs es unmöglich ist, auch nur die hauptsächlichsten Typen zu schildern. Bei den Ascomyceten werden wir die näheren Angaben darüber machen. Aufser dieser Ausgestaltung in der Form hat das Sporangium auch in andern Beziehungen eine höhere Ausbildung durchgemacht. Während bei niederen Typen sich einfach eine Mycelzelle dazu umbildet, treffen wir bei andern Gruppen ganz bestimmt angeordnete Zellen, aus denen es hervorgeht. Diese Zellen können dann gestielt sein, und die Stiele können sich mannigfach verzweigen. Die Asken zeigen auch hierin eine höhere Differenzierung. Während sie ursprünglich regellos am Mycel entstehen, bilden sie sich später aus gewissen Gruppen von Zellen oder nur aus einer einzigen Zelle (ascogene Zellen, Ascogon) heraus, die eine ganz bestimmte Lage im Fruchtkörper einnehmen. Durch die Ausbildung des Fruchtgehäuses, das bei den Sporangien fast immer fehlt, kommt dann für die Asken ein weiteres Moment der Differenzierung hinzu, worauf hier noch nicht eingegangen werden soll.

Die Sporangiensporen sind unbeweglich, nur bei einigen Oomyceten gibt es noch bewegliche Sporen (Zoosporen in Zoosporangien), die wir später noch kennen lernen werden.

Wenn wir uns nun vorstellen, dafs in einem Sporangium die Sporenzahl bis auf die Einzahl zurückgeht, so erhalten wir ein einsporiges Sporangium, bei dem die Spore durch Zerreifsen der Sporangiumwand frei wird. Gehen wir nun noch einen Schritt weiter und nehmen an, dafs die Membran des Sporangiums und die Spore verwachsen, so erhalten wir eine Zelle, die exogen entsteht, und die wir Konidie nennen. Eine Konidie ist also eine Fortpflanzungszelle, die aufserhalb einer andern Zelle entsteht. Die Entwicklung vom Sporangium zur Konidie läfst sich in der angedeuteten Weise noch bei der Zygomycetengattung *Chaetocladium* verfolgen.

Die Differenzierungsmöglichkeiten der Konidien sind viel mannigfaltiger als bei den Sporangien, was nicht weiter verwunderlich ist, wenn wir uns die biologische Bedeutung der Konidie klarmachen. Die Konidie bezeichnet so recht eigentlich die der Verbreitung durch den Wind angepafste Sporenform; daher mufsten auch die Pilze, als sie vom Wasser allmählich auf das Land gingen, danach trachten, diese Fruktifikationsart möglichst anzupassen und zu differenzieren. Das ist denn im reichsten Mafse geschehen. Auf der untersten Stufe, wenn die Konidien als seitliche oder terminale Aussprossungen an den Mycelhyphen entstehen, kann von einer Anpassung an die Windverbreitung noch nicht viel die Rede sein, wohl aber in den Fällen, wo die Konidien

an besonders ausgebildeten Mycelteilen, den Konidienträgern (Fig. 14, *1*), zur Ausbildung gelangen. Die Differenzierung erstreckt sich in der Folge sowohl auf die Konidie wie ihren Träger.

Während für gewöhnlich an einem Träger, den wir der Einfachheit halber als unverzweigt annehmen wollen, eine unregelmäfsige Zahl von

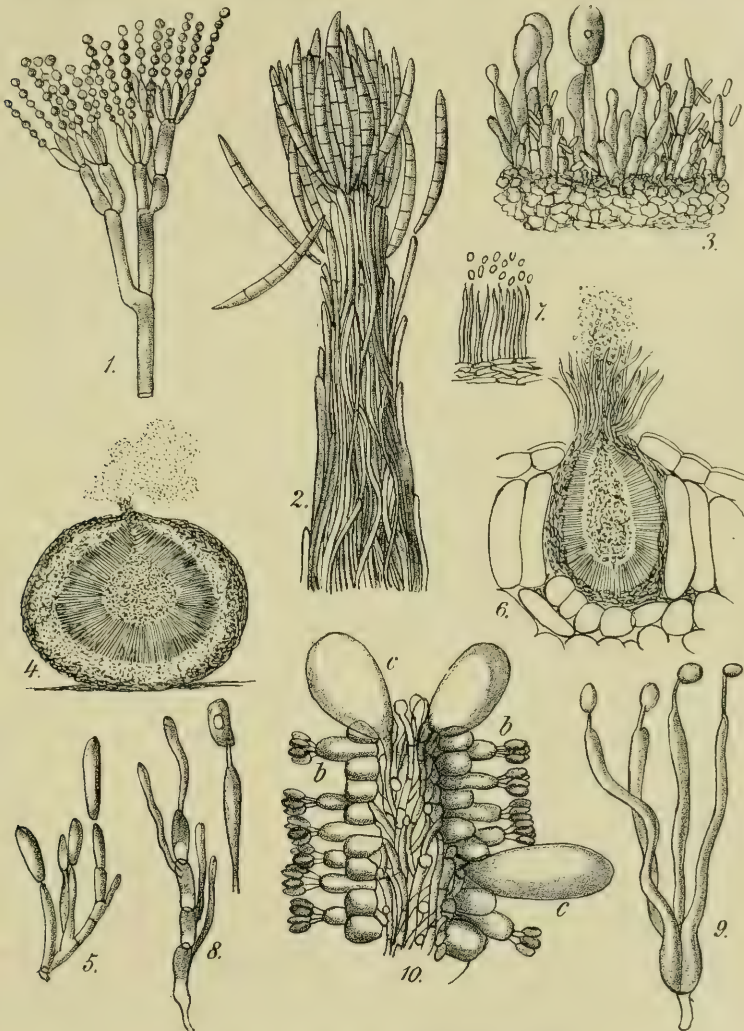


Fig. 14. Typen von Konidienträgern.

1 Konidienträger von *Penicillium crustaceum*, 630 : 1. *2* Coremium von *Sphaerostilbe flammea*, 250 : 1. *3* Konidienlager von *Dermatea dissepta*, 380 : 1. *4* Pyknide von *Strickeria obducens* im Längsschnitt, 70 : 1. *5* Träger aus der Pyknide von *Cryptospora hypodermia*, 300 : 1. *6* Pyknide von *Puccinia graminis*, 150 : 1. *7* Konidienlager aus dieser Pyknide, 225 : 1. *8* Quergeteilte Basidie von *Auricularia sambucina* mit nebenstehendem, reifem Sterigma mit Spore, 300 : 1. *9* Ueber Kreuz geteilte Basidie von *Tremella lutescens*, 450 : 1. *10* Lamellenquerschnitt von *Coprinus stercorarius*. *b* ungeteilte Basidien, *c* Cystiden, 300 : 1. (*1*, *5*, *8*, *9*, *10* nach Brefeld, *2*, *3*, *4* nach Tulasne, *6*, *7* nach v. Tavel)

Konidien an der Spitze entsteht, die in ihrer Gröfse und Form ganz verschieden sein können, vermögen wir unschwer die Tendenz zu erkennen, nicht blofs den Träger, sondern auch die Konidie regelmäfsig

werden zu lassen. Wir treffen also auf denselben Vorgang, wie der Übergang vom Sporangium zum Ascus war. Ein solches regelmäfsiges Gebilde ist eine Basidie. Wir definieren sie als einen regelmäfsigen Konidienträger, der an bestimmtem Orte entsteht und eine bestimmte, an bestimmter Stelle entstehende Zahl von gleich grofsen und gleich geformten Sporen nach Abspielung bestimmter Kernvorgänge entstehen läfst. Die verschiedenen Formen von Basidien, deren wir drei unterscheiden, werden wir später bei den Basidiomyceten kennen lernen; zur Orientierung mögen hier aber die Fig. 14, *8—10*, gegeben sein.

Die zweite Differenzierungsreihe der Konidienfruktifikation wird durch die Formgestaltung der Konidienträger, den Ort ihrer Entstehung und ihren Zusammenschlufs zu bestimmten Gebilden bezeichnet. Die Konidienträger können unverzweigt sein oder sehr verschiedenartige Verzweigung besitzen. Wir treffen dieselben Verzweigungstypen wie bei den Blütenständen der Phanerogamen und unterscheiden also die monopodialen und die sympodialen Systeme. Erstere sind die häufigeren, weshalb die traubigen und ährigen Konidienstände sehr verbreitet angetroffen werden. Bei sehr vielen Pilzen treten die Konidienträger einzeln auf, bei manchen aber schliefsen sie sich zu bündelförmigen Säulchen zusammen, die wir Coremien nennen, z. B. bei den Stilbaceen, die wir als Konidienformen zu Ascomyceten auffassen müssen (Fig. 14, *2*). In andern Fällen aber bilden die Träger lagerartige Rasen, die aber noch keinerlei weitere Differenzierung aufweisen. Anders dagegen, wenn sehr dichte, geschlossene Lager von gewöhnlich einfachen, kurzen Trägern gebildet werden: dann entstehen meist ganz bestimmt geformte Fruchtkörpertypen, die entweder offen oder geschlossen sein können. Die offenen (Fig. 14, *3*) oder nur in der Jugend geschlossenen Lager entsprechen äufserlich den Apothecien der Ascomyceten (z. B. die Konidienlager bei den Melanconieen), die geschlossenen (Pykniden) den Perithecien (Fig. 14, *4—7*). Die Pykniden weisen einen grofsen Formenreichtum auf; so finden wir solche mit einer einfachen Höhlung oder mit mehreren (gekammerte Pykniden). Ferner unterscheidet man bisweilen, namentlich wenn mehrere Pyknidenformen zu derselben Art gehören, nach der Sporengröfse Macro- und Micropykniden. Letztere wurden früher allgemein Spermogonien (mit Spermatien) genannt, eine Bezeichnung, die besser nicht mehr angewandt wird (Fig. 14, *6*, *7*). Endlich finden sich bei den Pykniden, ähnlich wie bei den Perithecien, allerhand Einrichtungen für das Öffnen des Fruchtkörpers und die Ausstreuung der Sporen, worüber bisher wenig bekannt geworden ist. Alle diese verschiedenen Formen der Konidienfruktifikationen, mit Ausnahme der Basidien, gehören als Entwicklungsglieder in den Lebenskreis anderer Pilze, meistens von Ascomyceten. Wir werden auf diese Pleomorphie in den Fruchtbildungen noch öfter zurückzukommen haben.

Neben diesen im eigentlichen Sinne fruktifikativen Arten der Fortpflanzung unterscheiden wir nun noch einige Typen, welche sich entschieden nach der vegetativen Seite hinneigen. Es sind das die Oidien, Gemmen und Chlamydosporen; bisweilen wird auch die oben bereits erwähnte Sprofskonidienbildung oder Hefesprossung ebenfalls hierher gerechnet. Bei der Oidienbildung zerfällt eine Hyphe gleichzeitig in eine Anzahl von ungefähr gleich grofsen Fadenstücken (Fig. 13, *4*), die unmittelbar zur Auskeimung bereit sind und ein neues Individuum bilden. Die Chlamydosporen (Fig. 13, *4*, *5*)

stellen in ihrer typischen Form Dauerzustände von Sporangien- oder Konidienträgern dar; eine Mycelzelle, die oft noch an bestimmtem Orte entsteht, umgibt sich mit dickerer Membran und bildet sich zu einer Zelle um, die befähigt ist, den ungünstigen äufseren Einwirkungen zu widerstehen. Bei der Auskeimung entsteht aus ihr eine der genannten Fortpflanzungstypen; bekannte Beispiele dafür sind *Chlamydomucor* (Fig. 13, *5*), *Protomyces*, Ustilagineen und Uredineen. Nicht immer keimt die Chlamydospore unmittelbar fruktifikativ aus; häufig keimt sie auch vegetativ, und die Fortpflanzungsorgane bilden sich erst an dem entstehenden Mycel. Es läfst sich deshalb der Begriff der Chlamydospore nur so umgrenzen, dafs man sie als eine Dauerspore definiert, die in der Regel fruktifikativ auskeimt. Die Gemmen endlich können als ein Mittelding zwischen Oidien und Chlamydosporen gelten; sie zeigen meist den äufseren Charakter einer Dauerspore (dickere Membran, öliger Inhalt, dunklere Färbung usw.), keimen aber stets nur vegetativ und meist ohne Ruheperiode aus. Man wird sich, obwohl die Extreme sehr leicht zu unterscheiden sind, in jedem einzelnen Falle über den Charakter einer solchen Spore klar werden müssen, was nur durch Beobachtung ihrer Entstehung und Auskeimung möglich ist. Die spätere Darstellung der Arten wird mannigfache Beispiele dafür bringen.

Da alle Pilzsporen den Zweck haben, die Fortdauer der Art zu sichern, so müssen sie auch befähigt sein, gegen äufsere Einflüsse Widerstand zu leisten. Es kommen hauptsächlich Wassermangel, Hitze und Kälte und endlich Gifte in Betracht als diejenigen Faktoren, welche das Leben der Spore am meisten gefährden. Sehr viele Sporen besitzen gegen das Austrocknen eine gewisse Resistenz, die vor allem in der Dicke der Membran und in dem öligen, kaum wasserhaltigen Inhalt begründet ist. Andere dagegen zeigen äufserlich keinerlei Merkmale, die sie zum Ertragen der Trockenheit befähigen, und doch bleiben sie lange am Leben; so können z. B. die zarten Konidien von *Aspergillus*-Arten viele Jahre lang trocken aufbewahrt werden, ohne ihre Keimkraft zu verlieren, während Sporen von *Mucor* nur kurze Zeit widerstehen. Die Resistenz gegen Hitze wechselt ebenfalls aufserordentlich; Sporen von *Penicillium* sterben in Wasser bei 100°, in trockener Luft dagegen erst bei mehr als 120°. Viel weniger resistent sind die Brandsporen, die durch die Heifswasserbehandlung (ca. 42°) bereits getötet werden. Gegen Kälte erweisen sich die Sporen viel weniger empfindlich, was leicht zu verstehen ist, da ja die meisten von ihnen die winterlichen Temperaturen im Freien überstehen müssen; viele scheinen sogar niedere Temperaturen notwendig zu haben, um überhaupt keimen zu können (z. B. *Puccinia*). Den Giften gegenüber zeigen die Sporen wie auch die Mycelien eine verhältnismäfsig geringe Widerstandskraft. Man hat sich dies zunutze gemacht, um die parasitischen Pilze zu bekämpfen. Wir werden später noch vielfach Gelegenheit haben, die Tenacität der Sporen kennen zu lernen, so dafs sich ein näheres Eingehen auf diese Dinge hier erübrigt.

Schon oben war bei der Betrachtung der Membran und der Inhaltsstoffe der Zelle kurz gestreift worden, welche chemischen Stoffe sich darin vorfinden. Auf diese Verhältnisse mufs jetzt, bevor wir uns zur Physiologie wenden, noch einmal genauer eingegangen werden. Wie alle Pflanzen, so erweisen sich auch die Pilze aus einer Reihe von Elementarsubstanzen zusammengesetzt, unter denen Kohlenstoff, Wasser-

stoff, Sauerstoff und Stickstoff die bedeutendste Rolle spielen. Daneben finden sich stets Schwefel, Phosphor, Chlor, Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen und Mangan. Fast niemals wird auch das Natrium vermifst, obwohl es zum Aufbau des Pilzkörpers entbehrlich zu sein scheint. Aufserdem finden sich gelegentlich noch andere Elemente, so z. B. Jod in sehr geringen Mengen bei Speisepilzen, Silicium bei Baumschwämmen, und gelegentlich auch metallische Bestandteile. Aus diesen Stoffen wird durch den Lebensprozefs jenes Heer von Verbindungen hervorgebracht, von denen hier nur wenige aufgeführt werden können.

Unter den stickstofffreien Membranstoffen nimmt die echte Cellulose eine sehr untergeordnete Rolle ein; soviel wir wissen, kommt sie nur bei Peronosporaceen und Saprolegniaceen vor. Mit Jod sich bläuende Zellstoffe, die aber nicht Cellulose sind, werden vielfach angetroffen, so z. B. im Stielgewebe mancher Hutpilze, an den Schläuchen und Ascogonen vieler Ascomyceten, bei Paraphysen usf. Verholzungen und Verkorkungen sind im Gegensatz zu den höheren Pflanzen kaum mit Sicherheit nachgewiesen. Der wichtigste Membranstoff ist das Chitin, das sich aufser bei Oomyceten und Saccharomyceten im Pilzreich allgemein verbreitet zeigt. Von den Inhaltsstoffen der Zellen verdienen in erster Linie die Eiweifskörper erwähnt zu werden, die sich in grofser Zahl vorfinden, hier aber nicht näher behandelt werden können, da ihre chemische Natur noch vielfach dunkel ist und ihre Charakterisierung zu sehr in das Gebiet der Chemie führen würde. Eine äufserst wichtige Klasse von wahrscheinlich den Eiweifskörpern nahestehenden Substanzen sind die Enzyme, über deren chemische Natur so gut wie nichts bekannt ist. Wir erkennen diese Körper nur an ihren Wirkungen nach aufsen hin und können vier grofse Klassen unterscheiden, die abbauenden, die oxydierenden, die reduzierenden und die gärenden Enzyme. Zur ersteren Klasse gehören die bekanntesten, welche Kohlenhydrate (Maltase, Laktase, Diastase, Cytase usw.), Glykoside (Emulsin usw.), Fett (Lipasen) und Eiweifs (Pepsin, Trypsin usw.) spalten und sehr weit verbreitet sind. Für die Pilze sind diese Körper von hervorragender Wichtigkeit, da sie die Aufnahme der Nährstoffe und das Eindringen in die Nährpflanze in die Wege leiten. Bisher wissen wir über Enzyme bei höheren Pilzen wenig; viel besser sind die Bakterien und Saccharomyceten daraufhin untersucht worden. Neben den genannten Stoffen kommen nun ziemlich weit verbreitet Giftstoffe vor, wie das Muscarin im Fliegenpilz, die Helvellasäure in Helvellen, das Cornutin, Ergotinsäure und Sphacelinsäure im Mutterkorn, das Ustilagin im Maisbrand u. a. Kohlenhydrate sind vielfach nachgewiesen; so finden sich Glukose und Lävulose in der Gleba von *Ithyphallus impudicus*, in der Sphacelia-Form von *Claviceps*; Inosit bei *Lactarius piperatus*, Trehalose bei *Claviceps*, Glykogen im Epiplasma der Ascomycetenschläuche, in Hefen usw. Stoffe aus der Reihe der Öle und Fette sind weit verbreitet und für viele höhere Pilze nachgewiesen; eine grofse Rolle spielen sie in den Sporen und Dauerzuständen des Mycels (Sklerotien). Viele Pilze enthalten Farbstoffe; namentlich spielen rote (Uredineen), braune und schwarze (Ascomyceten), gelbe und grüne eine grofse Rolle. Endlich seien noch die Gerbstoffe und Harze erwähnt, die besonders bei Baumschwämmen auftreten. Ätherische Öle kommen ebenfalls vor, doch sind sie noch wenig untersucht und können hier übergangen werden.

Wir kommen nun zu der Physiologie der Pilze, wovon nur die wichtigsten Tatsachen Erwähnung finden können.

In bezug auf die Ernährung wurde oben (S. 103) hervorgehoben, dafs sich bei den Pilzen stets eine Anzahl von Elementarstoffen chemisch nachweisen lassen; umgekehrt müssen diese auch in irgendwelcher gebundenen Form in den Stoffen vorhanden sein, wovon die Pilze ihre Leibessubstanz aufbauen. Obwohl es möglich ist, in künstlicher Kultur bei fast ausschliefslichem Vorhandensein von anorganischen Verbindungen ein Wachstum der Mycelien zu erzielen, so kommt doch in der Natur dieser Fall kaum vor. Sie bedürfen vielmehr organischer Stoffe, wie sie durch den Stoffwechsel der höheren chlorophyllführenden Pflanzen oder der Tiere bereits vorgebildet worden sind. Je nachdem die tote oder die lebende Substanz angegriffen wird, unterscheiden wir Saprophyten oder Parasiten. Eine Scheidung dieser beiden biologischen Gruppen von Fadenpilzen läfst sich nur bis zu einem gewissen Grade durchführen, da viele Saprophyten unter Umständen auch parasitisch auftreten können (fakultative Parasiten, Hemiparasiten), und anderseits die meisten Parasiten auch unter saprophytischen Bedingungen gezüchtet werden können oder einen Teil ihres Entwicklungsganges saprophytisch durchmachen. So können die sonst tote Substanz bewohnenden *Botrytis cinerea* und *Nectria cinnabarina* unter günstigen Umständen zu gefährlichen Parasiten werden, während streng angepafste (obligate) Parasiten, wie z. B. die Ustilagineen, in künstlicher Kultur erzogen werden können und einen Teil ihrer Entwicklung in Form der Hefen aufserhalb der lebenden Pflanzen vollenden. In der späteren Darstellung werden wir noch häufig Gelegenheit haben, auf solche Formen hinzuweisen; die ausführliche Betrachtung des Verhältnisses von Parasit und Wirtspflanze bringen die einschlägigen Kapitel des ersten Bandes. Über die Nährstoffe, die den Pilzen geboten werden müssen, handelt ausführlich Benecke im ersten Bande des Handbuches der technischen Mykologie (herausgegeben von Lafar), ein Werk, das auch sonst vielfach zur Ergänzung unserer aphoristischen Darstellung herangezogen werden kann.

Für die Wirkung des Lichtes sind die Pilze in verschiedener Weise empfänglich. So findet sich positiver Heliotropismus sehr häufig vor. Die Sporangienstiele der Mucorineen wenden sich sehr deutlich der Lichtquelle zu, ebenso die langen Hälse mancher *Sordaria*-Arten, die Stromastiele von *Claviceps* usw. Durch das Fehlen des Lichtes wird vielfach die Entwicklung der Fruchtkörper und Sporen ganz unterdrückt oder sehr verzögert. Bei *Pilobolus* wird durch Verfinsterung das Abschleudern der Sporangien verzögert, ebenso bei manchen Ascomyceten die Entleerung der Schläuche. Die Basidiomyceten bringen im Dunkeln keine oder ganz anormal gestaltete Stiele und Hüte zur Ausbildung; besonders schön sieht man dies an den im Finstern wachsenden Bergwerkspilzen. Bei *Coprinus stercorarius* kann die Wärme das mangelnde Licht ersetzen, so dafs normale Hutausbildung und Sporenausstreuung stattfindet, wenn die Temperatur über 12° beträgt. Auch die Einwirkung des farbigen Lichtes läfst sich vielfach nachweisen; wirksam sind stets die stärker brechbaren Strahlen, während Gelb sich wie Finsternis verhält.

Negativer Geotropismus kann bei den senkrecht emporwachsenden Organen, z. B. Stielen vieler Hutpilze, Stromakeulen von *Xylaria* usw. leicht beobachtet werden, während sich die Hymenienträger

bei den Hutpilzen (Stacheln, Röhren, Lamellen) positiv geotrop verhalten. Die Mycelien erweisen sich vielfach als positiv hydrotrop, sie suchen also die Feuchtigkeit auf. Nach VAN TIEGHEM soll auch ein Somatropismus in manchen Fällen zu beobachten sein, d. h. eine Art Anziehung, die ein fester Körper als Unterlage ausübt.

Von ganz besonderer Bedeutung ist der Chemotropismus der Pilze, weil uns diese Erscheinung zu einem gewissen Verständnis für das Eindringen von parasitischen Pilzen in die Nährpflanze verhilft. M. MIYOSHI[1]) hat diese Erscheinungen für eine grofse Anzahl von Stoffen und für mehrere nicht-parasitische Pilze studiert (*Mucor*-Arten, *Penicillium crustaceum, Aspergillus niger* usw.). Die Sporen wurden auf *Tradescantia*-Blättern, die mit den betreffenden Stoffen injiciert waren, oder auf feinen Glimmerblättchen und Collodiumhäutchen, unter denen sich der zu prüfende Stoff befand, ausgesät. Bei positivem Chemotropismus wuchsen dann die Hyphen in die Spaltöffnungen oder in die künstlich eingebohrten feinen Öffnungen der Blättchen hinein. Manche Stoffe verhalten sich auch repulsiv, so dafs dann ein negativer Chemotropismus seinen Einflufs ausübt. Künstliche Cellulosehäute oder die Epidermis einer Zwiebelschale werden von den Hyphen von *Botrytis Bassiana* und *tenella* sowie *Penicillium* durchbohrt, sobald von der andern Seite her ein chemisches Reizmittel wirkt. Wahrscheinlich wird auf die parasitischen Pilze ein ganz ähnlicher Reiz von seiten der Nährpflanze ausgeübt; indessen wissen wir davon noch zu wenig, um bereits bestimmte Schlüsse ziehen zu können.

Besondere Beachtung verdient die Phosphorescenz mancher Pilze. Bei gewissen Bakterien (Leuchtbakterien) bildet das Ausstrahlen eines grünlichen Lichtes eine stets auftretende, auffällige Erscheinung; bei den Eumyceten dagegen beschränkt sich das Phosphorescieren auf die Mycelien von manchen Hutpilzen. Hauptsächlich leuchten die Mycelstränge (Rhizomorphen) vieler holzzerstörenden Pilze, z. B. von *Pleurotus olearius, Armillaria mellea, Xylaria Hypoxylon* u. a., ferner die Sklerotien von *Collybia*-Arten an den Stellen, wo die Hutstiele entspringen. Dieses Leuchten teilt sich bisweilen auch dem Substrat mit, z. B. faulem Holz, doch ist diese Erscheinung ziemlich selten. Eine wirkliche Erklärung für die Phosphorescenz fehlt noch, obwohl es als sicher gelten darf, dafs es sich in letzter Linie um einen Oxydationsvorgang handelt.

Über die Vorgänge bei der Fortpflanzung der Pilze werden die allgemeinen Teile, die den einzelnen Gruppen vorausgehen werden, das Notwendige bringen; indessen mag hier noch auf einige Erscheinungen hingewiesen sein, die man mit den Bezeichnungen Pleomorphismus und Generationswechsel bezeichnet. Unter Pleomorphismus versteht man das Auftreten mehrerer Fruchtformen im Entwicklungsgange ein und desselben Pilzes. Man spricht bei denjenigen Pilzen, die noch eine geschlechtlich erzeugte Sporengeneration haben, nicht von Pleomorphie, sondern nur bei den höheren Pilzen, die neben der Schlauch- oder Basidienfruktifikation noch Nebenfruchtformen zeigen. Besonders pleomorph sind viele Ascomyceten; so finden wir im Entwicklungsgang mancher Valsaceen mehrere Pyknidenformen und Konidienträger, bei manchen Hutpilzen (*Polyporus annosus*) Konidienträger neben der eigentlichen Hauptfruktifikation in Schläuchen resp. Basidien. Bei

---

[1]) Über Chemotropismus der Pilze in Botan. Zeit. 1894. Heft 1.

allen diesen Arten kann von einer regelmäfsigen Abwechslung zwischen den einzelnen Fruchtformen noch keine Rede sein; gelegentlich wird eine Konidienform nicht ausgebildet, oder es entstehen die Schläuche nicht. Erst wenn sich eine ganz typische und regelmäfsige Aufeinanderfolge bestimmter Fruchtformen zeigt, sind wir berechtigt, von einem Generationswechsel zu sprechen. Solcher Pilze gibt es nicht allzu viele. Wir können dahin z. B. *Claviceps* rechnen, bei der die Konidienfruktifikation durch einen sklerotialen und stromatischen Zustand von der Schlauchform zeitlich weit getrennt wird. Als bestes und klassisches Beispiel gelten die Uredineen, über deren Generationswechsel noch sehr ausführlich in dem dieser Gruppe gewidmeten Kapitel gehandelt werden mufs. Dort sollen auch die Begriffe der Autoecie und Heteroecie ihre ausführliche Erläuterung finden, da es hier blofs darauf ankommt, die Verhältnisse ganz im allgemeinen zu charakterisieren.

Das System der Eumyceten zeigt, wenn man die Morphologie der Fruchtformen und die Differenzierungen der Fruchtkörper als Führer nimmt, einen aufserordentlich einfachen und klaren Aufbau. Es kann nicht unsere Aufgabe sein, die geschichtliche Entwicklung des heutigen Systems zu geben, sondern es sollen nur einige Hauptpunkte hervorgehoben werden, welche den Fortschritt in unseren Anschauungen zeigen sollen. Das erste brauchbare und in seiner Einfachheit noch heute bewundernswerte System wurde von Elias Fries in seinem „Systema Mycologicum“ (1829—32) aufgestellt. Diese erste zusammenfassende Darstellung des gesamten Pilzreiches gab den Anstofs für die weitere Spezialforschung, die sich zwar hauptsächlich auf die Beschreibung neuer Formen beschränkte, aber doch zugleich die Wege für den späteren Fortschritt ebnete. Von diesen Spezialforschern seien hervorgehoben J. Corda, der noch lange nicht ganz gewürdigt wird, J. Desmazière, C. Montagne, J. Berkeley, G. Fresenius und K. Bonorden. In den Arbeiten dieser Männer werden bereits die Keime für die entwicklungsgeschichtliche Forschungsmethode gelegt, die dann allmählich durch die Arbeiten auf andern Gebieten der Kryptogamenkunde in den Vordergrund gedrängt wurde. Hauptsächlich traten die Gebrüder Tulasne mit ihren grofs angelegten und mustergültig illustrierten Werken hervor, in denen zuerst die Entwicklungsgeschichte vieler Gruppen klargelegt und der Polymorphismus der Ascomyceten wissenschaftlich begründet wurde. Ihre Arbeiten gaben einer grofsen Zahl von Mykologen fruchtbare Anregung und erschlossen ihnen neue weite Arbeitsgebiete. Als gedanken- und kenntnisreicher Forscher reiht sich ihnen A. de Bary an, der durch eine grofse Reihe von Untersuchungen unsere Kenntnis fast aller Pilzgruppen förderte und als Krönung seiner Arbeiten ein System aufstellte, das lange Zeit in unbestrittener Geltung stand. Zahlreiche Arbeiten seiner Schüler haben dieses System ausbauen und fortführen helfen. Man kann diesen Abschnitt der Mykologie als denjenigen bezeichnen, in dem hauptsächlich durch Präparation die Untersuchung ausgeführt wurde. Einen weiteren Fortschritt bedeutete dann die Ausbildung der Kulturmethodik, die in O. Brefeld ihren unbestrittenen Meister gefunden hat. Wenn er auch die Anfänge dieser Untersuchungstechnik bereits vorfand, so verstand er es doch in genialer Weise, die Verhältnisse der künstlichen Kultur so einzurichten, dafs das Wachstum der Pilze ermöglicht wurde und damit ihre Entwicklung lückenlos von der Spore bis wieder zur Spore auf dem Objektträger verfolgt werden konnte. Die breit angelegten Untersuchungen Brefeld's zeigten, dafs

die Morphologie der Fruchtformen den Schlüssel für das Verständnis der systematischen Anordnung der Pilze abgibt. Das darauf begründete System mufs heute als dasjenige gelten, das am besten den gewonnenen Resultaten Rechnung trägt und in seinen Grundzügen von sehr grofser Einfachheit und Übersichtlichkeit ist. In seinen Einzelheiten ist dies System noch nicht vollständig durchgebildet, so dafs es noch langer Forschung bedürfen wird, um auch damit zu einem befriedigenden Abschlufs zu kommen. Der Gegensatz zwischen den Systemen de Bary's und Brefeld's dreht sich im wesentlichen um die Sexualität der Ascomyceten, die jener behauptet, dieser verwirft. Hier ist der Punkt, wo weitere Forschungen ansetzen müssen und bereits angesetzt haben. Dieser Fortschritt geht Hand in Hand mit der Entwicklung der cytologischen Forschung und der Mikrotomtechnik. Eine lange Reihe von Arbeiten hat uns in der neuesten Zeit von den merkwürdigen Erscheinungen unterrichtet, die im Innern der Zellen mit den Kernen vor sich gehen. Wie weit daraus für das System eine fruchtbare Förderung abfallen wird, läfst sich vorläufig schwer beurteilen, für einzelne Gruppen dagegen haben sich bereits viele neue Gesichtspunkte ergeben.

Neben allen diesen in erster Linie entwicklungsgeschichtlichen Forschungen gehen nun die rein systematischen einher. Auf den Schultern der alten Schule steht P. A. Saccardo, der mit seiner „Sylloge Fungorum" ein Werk geschaffen hat, das unsere Kenntnisse von den Formen zusammenfafst und in seiner Art als das nutzbringendste und anregendste bezeichnet werden mufs, das bisher die Mykologie hervorgebracht hat. Wenn auch die Anordnung der Hauptgruppen des Systems sich auf die älteren Forschungen stützt, so hat doch die Hervorhebung der Sporenmerkmale für die spezielle Systematik einen ganz bedeutenden Fortschritt geschaffen. Mag auch dadurch das System zu einem künstlichen gestempelt werden, so bietet es doch den Vorteil der leichten Orientierung und der übersichtlichen Anordnung der Formen. Solange nichts Besseres an seine Stelle tritt, wird es noch lange die Systematik beherrschen. Der nachfolgenden Darstellung ist das System Brefeld's zugrunde gelegt worden, wie es von Brefeld selbst begründet und später von J. Schroeter weiter ausgebaut wurde. Daneben mufs aber auch Rücksicht auf die Sporen genommen werden, und dabei tritt dann Saccardo's Anordnung in ihre Rechte.

Im vorliegenden Buche wird nur auf diejenigen Gruppen Bezug genommen, die pflanzenfeindlich auftreten, während die andern nur insoweit Erwähnung finden können, als sie für das Verständnis wichtig sind. Wer sich über die entwicklungsgeschichtlichen, cytologischen und systematischen Forschungen noch weiter unterrichten will, mufs die Literatur darüber zu Rate ziehen, die sich in grofser Vollständigkeit in Just's Jahresbericht findet. Von den gröfseren Werken, die diese Gebiete behandeln, seien hier nur wenige aufgezählt; viele Spezialabhandlungen wird man in den Anmerkungen zitiert finden.

Im ersten Bande sind bereits auf Seite 55 u. ff. die wichtigsten Werke genannt; ich trage dazu noch nach: v. Tavel, Vergleichende Morphologie der Pilze, Jena 1893; A. Möller, Mykologische Untersuchungen aus Brasilien, I—IV, Jena 1893—1901; A. Zimmermann, Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes, Jena 1896 (hierin die Literatur über Zellkerne); J. Schroeter, Pilze in Cohn's Kryptogamenflora von Schlesien, Breslau 1889—1896.

Von Zeitschriften sind zu nennen: Revue mycologique, Toulouse, seit 1879; Journal of Mycology, I—VII, Washington 1885—1894 und neue Serie seit 1902; Experiment Station Record, Washington, seit 1889; Bulletin de la Société mycologique de France, Paris, seit 1885; Le Botaniste, herausgegeben von P. DANGEARD, Paris, seit 1889; Annales Mycologici, seit 1903. Aufserdem bringen viele wichtige Arbeiten über Pilze die allgemeinen botanischen Zeitschriften, wie PRINGSHEIM's Jahrbücher, Flora, Botanische Zeitung, Botanical Gazette, Annals of Botany, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft u. a.

Im folgenden soll noch ein kurzer Überblick über die Hauptgruppen des Pilzreiches gegeben werden, der seine Ergänzung für die einzelnen Familien bei der Behandlung dieser Hauptgruppen finden soll. Die Eumyceten bilden den chlorophylllosen Ast des Pflanzenreiches, der aber, da wir die niederen chlorophyllführenden Formen als die älteren phylogenetischen Typen anzunehmen Berechtigung haben, sich an diese anschliefst. Nach unsern heutigen Anschauungen müssen wir annehmen, dafs sich die niederen Pilze, die Phycomyceten, an grüne Algenformen anschliefsen, und zwar an Conjugaten (*Spirogyra*) und Siphoneen (*Vaucheria*). Damit soll nicht etwa ein Abstammen der betreffenden Pilzgruppen von den heutigen Algentypen behauptet werden, wir können uns aber vorstellen, dafs sich aus gemeinsamen Uranfängen beide Reihen nach verschiedenen Richtungen hin entwickelt haben. Die Phylogenie der Pilze erhebt sich deswegen keineswegs über den Wert einer Hypothese, die allerdings wohl geeignet ist, unserem Verständnis den Zusammenhang der grünen und nichtgrünen Reihen des Pflanzenreichs näher zu bringen.

Der eine Zweig des Pilzreiches würde sich also an Formen anschliefsen, welche untereinander gleiche Geschlechtszellen besitzen. Dieser Zweig beginnt mit den Zygomyceten und würde sich in die höheren Pilze, die Ascomyceten und Basidiomyceten, fortsetzen. Der andere Zweig würde seinen Anschlufs bei Algen finden, deren Geschlechtszellen untereinander different sind; das sind die Gruppen der Oomyceten, die sich zu höheren Formen nicht ausgebildet, sondern in den Formen der Peronosporeen in der Gegenwart ihren Abschlufs gefunden haben. Diese phylogenetischen Anschauungen kommen bei dem jetzigen System nur bis zu einem gewissen Grade zum scharfen Ausdruck.

Man teilt die beiden Hauptreihen der Eumyceten nach dem Bau des Mycels ein; die Phycomycetes besitzen unseptiertes Mycel, die Mycomycetes dagegen septiertes. Dieser Unterschied ist allerdings nur insofern durchgreifend, wenn wir die Fruktifikation dabei nicht in Betracht ziehen. So gibt es unter den Mycomyceten einzellige Formen, wie die Saccharomyceten, und bei den Phycomyceten kommt Scheidewandbildung bei den Fruktifikationsorganen stets vor. Auch die Mucoraceen zeigen vielfach Septenbildung, doch werden wir die Ursachen dafür in dem späteren Abschnitt über diese Formen kennen lernen. Bei den Phycomyceten müssen wir die Oomycetes unterscheiden, die untereinander differente Geschlechtszellen besitzen, und die Zygomycetes mit gleichartigen Geschlechtszellen. Die Mycomyceten schliefsen sich an die Zygomyceten an und zerfallen in die Reihe der sporangientragenden Formen, der Ascomyceten, und die der konidientragenden Formen, der Basidiomyceten.

Wir erhalten demnach folgende Übersicht über die Hauptgruppen des Systems:

A. Mycel unseptiert; geschlechtliche Befruchtung fast stets vorhanden. **Phycomycetes.**

a) Geschlechtszellen different, meist Wasserformen, nur wenige dem Landleben angepafst. A. Oomycetes.

b) Geschlechtszellen nicht different, Landformen. B. Zygomycetes.

B. Mycel septiert; keine nachweisbare geschlechtliche Befruchtung. **Mycomycetes.**

a) Hauptfruchtformen aus Sporangien oder den davon abgeleiteten Asken bestehend. C. Ascomycetes.

b) Hauptfruchtformen aus Konidienträgern oder den davon abgeleiteten Basidien bestehend. D. Basidiomycetes.

In den folgenden Abschnitten werden wir diese vier Hauptreihen der Eumyceten näher kennen lernen und die weitere Einteilung in Reihen und Familien begründen.

A. Oomycetes.

Der Charakter der Phycomycetes oder Algenpilze, welche die Oomycetes und Zygomycetes umfassen, war gegenüber den Mycomycetes dahin festgestellt worden, dafs ihnen die Scheidewände im vegetativen Mycel fehlen. Dieser Unterschied erfährt einige Einschränkungen. Im allgemeinen werden im lebhaft wachsenden Mycel der Phycomyceten keine Scheidewände gebildet; nur wenn die Fruktifikationsorgane entstehen, so geschieht ihre Abgliederung vom Mycel stets durch eine Wand; auch innerhalb der Fortpflanzungszellen können beliebig viele Wände angelegt werden. Ganz allgemein findet man in älteren Mycelien dagegen Wände, die man als Kammerungswände bezeichnet hat. Sie trennen nicht gleichwertige Teile des Mycelfadens voneinander ab, sondern dienen in den allermeisten Fällen dazu, den plasmaführenden Teil des Mycels von dem plasmaleeren zu sondern. Diese eigentümliche Erscheinung erklärt sich aus der Art des Wachstums des Mycels; die Spitzen der Verzweigungen schieben sich nach den Orten vor, wo Nährstoffe vorhanden sind. Da die Nährstoffassimilation eine sehr lebhafte ist, so wird das Plasma nach dem Punkte hingezogen, wo diese Nahrungsaufnahme stattfindet. Die weiter hinten liegenden Teile des Mycels, die in nährstoffarmem Substrat sich befinden, werden inhaltsarm, und das vorrückende Plasma scheidet sich in dem Mafse des Weiterwachsens nach hinten zu durch aufeinanderfolgende Scheidewände ab. In den meisten Fällen vermissen wir bei diesem Vorgange die Regelmäfsigkeit der Scheidewände in der Form und in ihrer Entfernung, was auch bei der unregelmäfsigen Art des Plasmavorrückens ganz erklärlich erscheint. Bei älteren Mycelien namentlich kann man bisweilen im Zweifel sein, ob sie nicht zu einem Mycomyceten gehören könnten; indessen bieten doch die unregelmäfsige Art der Verzweigung, das eigentümliche knorrige Aussehen der Fäden und vor allem die Form der Fortpflanzungsorgane genügende Merkmale zur Erkennung.

Die Oomyceten stellen die niedrigsten, in der Jetztzeit noch

lebenden Pilze dar, die sich durch die Lebensweise der meisten Formen im Wasser ihren Urahnen, den Wasseralgen, am meisten nähern. Unsere heutigen Oomyceten bieten durchaus nicht etwa eine geschlossene phylogenetische Reihe dar, sondern die einzelnen Gruppen besitzen nur wenig Verwandtschaft zueinander. Trotzdem aber läfst sich deutlich verfolgen, wie die Anpassung an das Luftleben erfolgt ist. Namentlich die Familie der Peronosporaceen bietet uns dafür einige interessante Beispiele.

Das hauptsächlichste Fortpflanzungsorgan bildet das Sporangium, das aber, entsprechend der Lebensweise im Wasser, nicht unbewegliche, sondern bewegliche Sporen enthält. Man spricht deshalb hier von Zoosporangium und Zoosporen. Erst bei den landbewohnenden Peronosporaceen tritt uns die Konidie entgegen. Neben diesen ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorganen kommen geschlechtliche in mannigfacher Art vor, die bei den einzelnen Familien charakterisiert werden sollen.

Wir unterscheiden im ganzen fünf Familiengruppen oder Reihen, von denen die ersten vier sich durch den ausschliefslichen Besitz von Zoosporangien auszeichnen, während die fünfte, die Peronosporineae, meistens Konidien besitzt, da die Vertreter Landformen sind. Ein wenig entwickeltes Mycel besitzen die Chytridiineae und Ancylistineae, während die Monoblepharidineae und Saprolegniineae ein reich ausgebildetes Mycelgeflecht haben. Bei den Chytridiineae werden nur ungeschlechtlich Zoosporangien gebildet, während die Ancylistineae auch Antheridien und Oogonien entwickeln. Die beiden Reihen der Monoblepharidineae und Saprolegniineae unterscheiden sich dadurch, dafs bei ersteren bewegliche Spermatozoiden gebildet werden, bei letzteren nur Befruchtungsschläuche. Weitaus die wichtigsten Gruppen für die Phytopathologie sind die Chytridiineae und Peronosporineae, die deshalb auch eine ausführlichere Behandlung erfahren müssen, während von den anderen Reihen nur den Saprolegniineae einige kurze Bemerkungen geschenkt werden sollen.

1. Chytridiineae.

Das Mycel bleibt bei den meisten Formen auf eine einfach unverzweigte oder wurzelartig verzweigte Zelle beschränkt. Nur wenige Gattungen besitzen ein feines, plasmareiches Fadengeflecht, das von einer Zelle der Nährpflanze zur andern geht. Meistens ist das Mycel nur von kurzer Dauer und schreitet bald zur Fortpflanzung oder wird zum Dauerzustand. Die Fortpflanzung erfolgt in den meisten Fällen dadurch, dafs sich die vegetative Zelle direkt zu einem Zoosporangium umbildet oder indem am Mycel an geeigneten Stellen Zoosporangien entstehen. Die Zoosporenbildung geht durch Zerteilung des Inhalts in einzelnen Partieen vor sich. Bisweilen wird noch vor ihrer Bildung ein Dauerzustand durchgemacht, indem sich das Zoosporangium cystenartig mit dicker Wandung umgibt. Die Zoosporen besitzen meist eine, seltener zwei Geifseln und schreiten im Wasser in hüpfender oder kreisender und schwimmender Bewegung fort. Die Form der Zoosporen ist unveränderlich, nur bei wenigen hat man amöbenartige Veränderlichkeit beobachtet. Aufser dieser rein ungeschlechtlichen Zoosporenbildung, welches die Regel ist, hat man bei den Oochytriaceae eine geschlechtliche Entstehung der Zoosporen gefunden, indem zwei

Zellen unmittelbar oder durch einen Schlauch kopulieren. Der Inhalt der einen tritt in die andere Zelle über, die dann zum Zoosporangium wird.

Je nach der Organisation unterscheidet man mehrere Familien, von denen es durchaus nicht als feststehend gelten kann, dafs sie verwandtschaftliche Beziehungen zueinander besitzen. Überhaupt schwanken die Auffassungen über die ganze Reihe. Während einige Forscher in ihnen die niedersten Phycomyceten sehen, betrachten sie andere als reduzierte Formen, denen die Geschlechtlichkeit abhanden gekommen ist. Welche von beiden Ansichten die richtige ist, läfst sich vorläufig nicht entscheiden.

Die allermeisten Vertreter unserer Gruppe schmarotzen als mikroskopisch kleine Pilze auf Algen, Pilzen oder Wasserpflanzen; einige wenige finden sich auch in Tieren (Rädertieren) oder auf totem Substrat. Dem Leben auf Landflanzen haben sich nur wenige angepafst.

Da sich unter diesen Nährpflanzen nur eine geringe Zahl von Kulturpflanzen befindet, so genügt es, auf diese wenigen wichtigen Formen näher einzugehen. Um aber trotzdem einen Überblick über die gesamte Reihe zu gewähren, sollen wenigstens kurz die einzelnen Familien in Form einer Tabelle charakterisiert werden.

I. Dauersporangien nur ungeschlechtlich, selten durch Kopulation von Zoosporen entstehend.
  1. Mycel vollständig fehlend.
    a. Gesamtmasse des Pilzkörpers sich in ein einzelnes Zoosporangium umbildend. Olpidiaceae.
    b. Gesamtmasse des Pilzkörpers durch Teilung einen Sporangienhaufen (Sorus) bildend. Synchytriaceae.
  2. Mycel in Form feiner, vergänglicher Stränge vorhanden.
    a. Mycel auf das einzelne Sporangium beschränkt. Sporangien niemals interkalar am Mycel entstehend. Rhizidiaceae.
    b. Mycel stets weit ausgebreitet; Sporangien terminal und interkalar. Cladochytriaceae.
  3. Mycel in Form hyphenartiger, beständiger Stränge vorhanden. Hyphochytriaceae.

II. Geschlechtliche Spore durch die Vereinigung zweier Sporangien entstehend, indem der Inhalt des einen in das andere überfliefst. Oochytriaceae.

Die Olpidiaceae bewohnen besonders Wasseralgen; nur wenige Arten kommen auch auf höheren Pflanzen vor. In den Epidermiszellen von *Lemna* findet sich *Reessia amœboides* Fisch; der junge, später zum Zoosporangium werdende Pilzkörper bewegt sich eine Weile amöboid in der Zelle. Bei der Reife werden die Schwärmer durch eine lange, schlauchförmige Mündung entleert. Die Dauersporangien werden durch Kopulation zweier Zoosporen gebildet.

Durch die mangelnde amöboide Beweglichkeit der jungen Sporangien und die fehlende Kopulation der Zoosporen unterscheidet sich die Gattung *Olpidium*, von der eine Reihe von Arten recht häufig auf Süfswasseralgen ist. So kommt in Desmidiaceen *O. endogenum* A. Br., in Vaucherien *O. entophytum* A. Br. vor; in Eiern von Rädertieren lebt

O. gregarium Now., in Kiefernpollen, der im Wasser liegt, *O. luxurians* Tomasch. usw. Wichtiger sind zwei Arten *O. Brassicae* Woron. und *O. Trifolii* (Passer.) Schroet. Der erstere Pilz verursacht das Umfallen der jungen Kohlpflanzen und ist von Woronin[1]) genauer studiert worden. Die Krankheit zeigt sich namentlich bei trübem Wetter im Frühjahr an den Keimpflänzchen, besonders aber in den Frühbeeten, welche zur Anzucht von Kohlsämlingen zum spätern Auspflanzen ins freie Land bestimmt sind. Bei sehr dichtem Stande und ganz jugendlichem Alter, in welchem die Pflänzchen erst die Kotyledonen oder höchstens zwei bis drei Blätter entwickelt haben, ist die Gefahr des Umfallens am gröfsten.

Das äufsere Gewebe des unterhalb der Kotyledonen liegenden Stengelgliedes, besonders da, wo der Stengel in den Wurzelkörper übergeht, in der Nähe der Bodenfläche wird krankhaft verfärbt (Fig. 15, *7*); an diesen Stellen knickt das Pflänzchen um, welkt und geht meist in Fäulnis über. In derartig erkranktem Gewebe finden sich die aus einfachen Kugeln bestehenden Pilzindividuen in grofser Menge; sie fallen dadurch leicht in die Augen, dafs sie einen langen Hals (Fig. 15, *8* u. *9*) besitzen, der sich meist durch die überliegenden Gewebezellen der Nährpflanze einen Weg bis an die Oberfläche des Pflanzenteils bahnt. Durch den Halsteil tritt, nachdem der Pilz erwachsen, der Inhalt in Form von Zoosporen aus. Der ganze Pilzkörper ist demnach zum Zoosporangium geworden. Die tief im Rindengewebe liegenden Zoosporangien sind manchmal nicht imstande, ihren Hals bis über die Epidermis hinauszutreiben und entleeren dann ihre Zoosporen in andere Zellen. Die Fortpflanzungsorgane bestehen aus einem nackten, plasmatischen Körper von fast kugeliger Gestalt und sind mit einer einzigen Wimper (Fig. 15, *10*) versehen.

Aufser der für die augenblickliche Fortpflanzung bestimmten Zoosporenvermehrung existiert auch noch ein anderer Reproduktionsvorgang, der in der Ausbildung von Dauer- oder Ruhesporen besteht. Solche wurden von Woronin in den Oberhautzellen der Wurzeln gefunden; sie sind blafsgelbe oder farblose, mehr oder weniger sternförmig gestaltete Zellen (Fig. 15, *11 st*) mit verhältnismäfsig dicker Wandung und farblosem, feinkörnigem, oft mit kleinen Öltröpfchen versehenem, plasmatischem Inhalt. Ihre Entstehung und Fortentwicklung ist noch unbekannt.

Obwohl es aufser Zweifel steht, dafs der soeben geschilderte Parasit die Ursache des Umfallens der Kohlsämlinge (auch schwarze Beine der Kohlpflänzchen genannt) ist, so erscheint doch die Frage berechtigt, ob der Pilz unter allen Umständen befähigt ist, in die Pflanzen einzudringen. Nach den bisher vorliegenden Beobachtungen scheint es nur der Fall zu sein, wenn sich zwischen den Sämlingen viel Feuchtigkeit anhäufen kann, wie es stets möglich sein wird, wenn sie sehr eng beieinander stehen und wenn sie sich in schlecht gelüfteten Kästen befinden. Daraus würde sich auch leicht die Verhütung der Erkrankung ergeben, indem man die Pflänzchen möglichst weit voneinander steckt und luftig hält. Auch das Bestreuen des Bodens mit Holzkohlenstückchen ist empfohlen worden. Dafs die Dauersporangien sich im Boden bis zur nächsten Vegetationsperiode halten, ist sehr wahrscheinlich; daraus ergibt sich weiter, dafs einmal verseuchte Erde nicht so-

[1]) Pringsh. Jahrb. XI, 1878, S. 556.

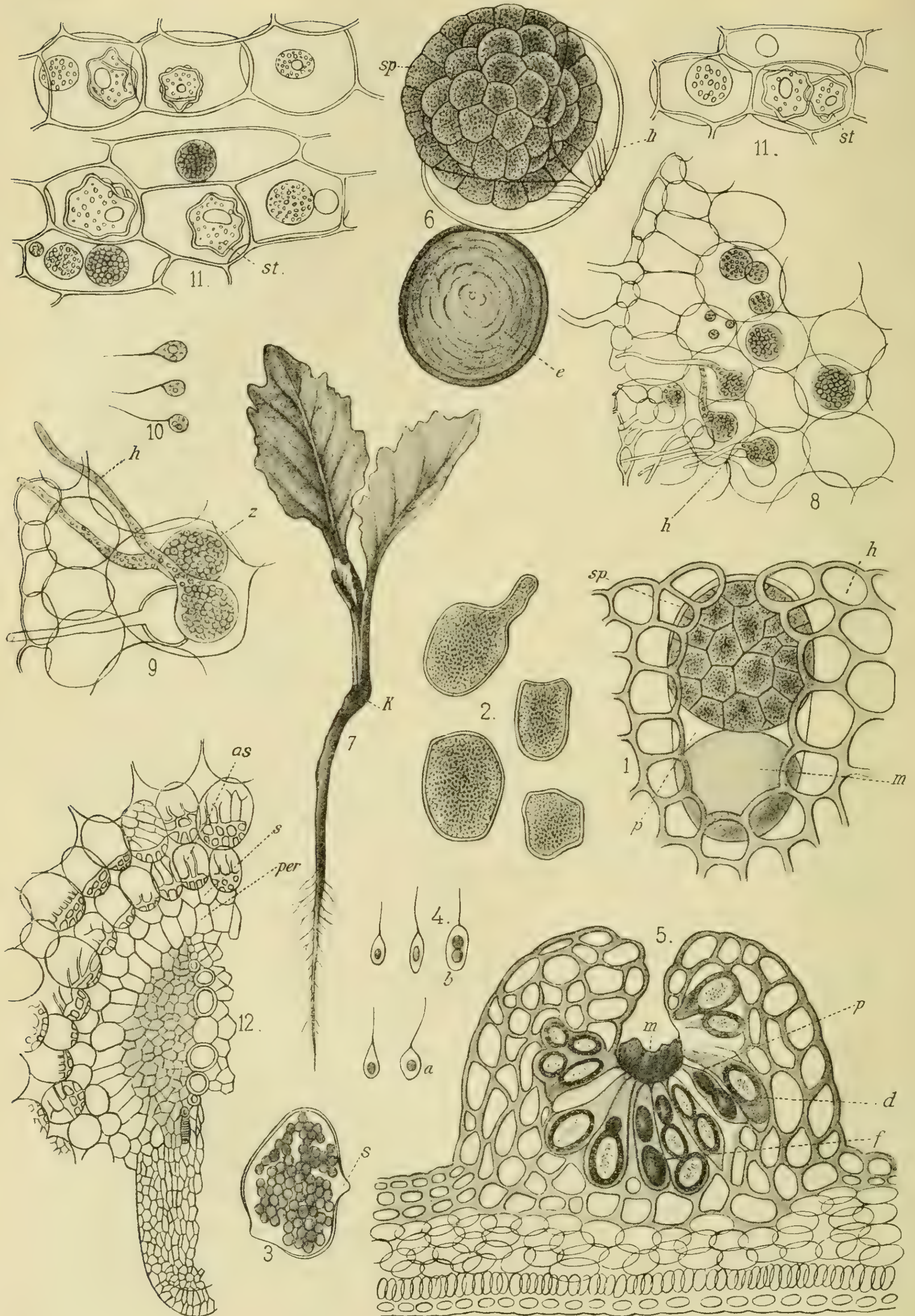


Fig. 15.

Erklärung der Figur 15.

1—5 Pycnochytrium Succisae (de By. et Wor.) Schroet. *1* Parasit im Innern des Gewebes, *p* erkrankte Parenchymzelle, *h* seitlich überwuchernde, gesunde Zellen, *sp* aus dem ursprünglichen Sporangium *m* ausgetretener Inhalt mit Zerklüftung in Zoosporen. *2* ausgetretener Sporangieninhalt mit dicker Membran. *3* reife Sporangienkugeln mit Zoosporen und der Austrittsöffnung *s*. *4*, *ab* Zoosporen. *5* ältere erkrankte Gewebepartie mit den Resten *m* der im Frühjahr erkrankten Parenchymzelle und neu eingewanderten Zoosporen, die sich zu Dauersporen *d* umgewandelt haben, *p* Parenchymzellen, *f* Plasmareste der erkrankten Zellen. *6 Pycnochytrium Mercurialis* (Lib.) Schroet. in der Frühjahrsentwicklung. Aus der ursprünglichen Dauerspore *e* ist das Zoosporangium *h* ausgetreten und hat bereits Zoosporen *sp* gebildet, die gerade frei werden. *7—11 Olpidium Brassicae* Woron. *7* Kohlpflänzchen mit fauliger Stelle *k* (schwarzen Füſsen). *8* u. *9* Zoosporangien *z*, die mit ihren langen Hälsen *h* die Gewebszellen durchbohrt haben. *10* ausgeschlüpfte Zoosporen. *11* Dauersporen *st* im Gewebe. *12* Querschnitt durch eine normale Kohlwurzel, *per* Pericambium, *s* Endodermis, *as* wulstig verdickte, normale Zellen, die zu Verwechselungen mit den infizierten Zellen Veranlassung geben können. (Nach Sorauer.)

fort wieder zum Füllen der Kästen benutzt werden darf. Sorauer hat eine ähnliche Erkrankung auch beim Salat beobachtet, wo sich in den äuſseren Blättern des Kopfes Chytridiaceen nachweisen lieſsen. Nach seiner Meinung wären aber diese Pilze erst sekundär eingewandert, nachdem die Blätter bereits durch Bakterien zur Fäulnis gebracht seien.

In der Figur 15, *12* ist ein Stück eines Querschnittes durch eine normale Kohlwurzel abgebildet, um die eigentümlich verdickte Zelllage zu zeigen, welche die Schutzscheide (Endodermis) umgibt. Während sonst bisweilen solche Unregelmäſsigkeiten in der Wandstruktur durch Parasiten hervorgerufen werden, treten sie uns hier als normale Erscheinungen entgegen. Es bezeichnet *per* das Pericambium, *s* die Endodermis und *as* die sich auſsen anschlieſsenden Parenchymzellen, die aus einer oder zwei Zellreihen bestehen. Jede Zelle hat an ihren Radial- und Querwänden eine zusammenhängende Membranverdickung, welche in Form einer wulstartigen Ringleiste in das Innere der Zelle hineinragt. Diese eigenartige Verdickung dient hier lediglich zur Erhöhung der Festigkeit der Zellen.

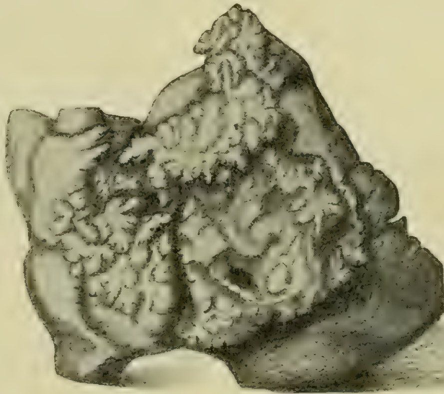


Fig 16. Eine von *Chrysophlyctis endobiotica* Schilb. angegriffene und verunstaltete Kartoffel. Nat. Gr. (Orig.)

Vielleicht mit *O. Brassicae* identisch, aber durch die viel gröſseren Zoosporangien und ihre dickere Wandung verschieden ist ein *Olpidium*, das die Gelbsucht der Tabakssetzlinge erzeugt. Während K. Preissecker[1]) diesen Pilz zuerst als eine neue Art *O. Nicotianae* bezeichnete, überzeugte er sich später, daſs es wahrscheinlich nur eine Varietät von *O. Brassicae* ist. Wie nämlich genauere Nachforschungen auf den erkrankten Tabakbeeten zeigten, kam der Schmarotzer auch in den Wurzeln von *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea* und in Kohlkeimlingspflänzchen vor.

Die zweite Art, *O. Trifolii*, befällt den Weiſsklee (*Trifolium repens*), ohne aber allzu groſsen Schaden zu stiften. Die Zoosporangien sitzen

[1]) Ein kleiner Beitrag zur Kenntnis des Tabakbaues im Imoskaner Tabakbaugebiet in Fachliche Mitteil. d. k. k. österr. Tabakregie. Wien 1905. Heft 1.

in der Epidermis der Blätter, der Blatt- und Blütenstiele und rufen an jenen blasige Auftreibungen, an diesen Verkrümmungen und Anschwellungen hervor.

Von besonderem Interesse ist eine Chytridiacee, welche eine Art Schorfkrankheit der Kartoffeln erzeugt und von ihrem Entdecker, K. SCHILBERSZKY[1]), als *Chrysophlyctis endobiotica* bezeichnet wurde. Die Kartoffeln zeigen auf ihrer Oberfläche warzige Auswüchse von sehr unregelmäfsiger Gröfse und Gruppierung (Fig. 16), oft viele dicht nebeneinander. An älteren Exemplaren verschwinden diese warzenförmigen Bildungen, indem das unter dem Periderm befindliche Parenchym sich bräunt und eintrocknet; dann entstehen verschiedene grofse, krater-



Fig. 17. *Crysophlyctis endobiotica* Schilb. Dauersporangien *sp* im Gewebe der Kartoffel, *m* zerstörte Membranen, *pl* zusammengezogener, gebräunter Zellinhalt, *st* unverletzte, stärkeführende Zellen.

förmige Vertiefungen, an denen das Gewebe wie ausgefressen oder ausgemodert aussieht. In derartig erkrankten Knollen fand sich im subepidermalen Gewebe ein Parasit, der in den Zellen lebt und kuglige Gestalt besitzt. Mycel ist nicht vorhanden. Die kugligen Zellen bilden sich zu einem goldbraun gefärbten Zoosporangium aus, das bei Wasserzutritt die in grofser Menge gebildeten Zoosporen austreten läfst. Aufser diesen Zoosporangien wurden auch Dauersporangien (Fig. 17) mit glatter und bedeutend dickerer Wandung beobachtet, über deren Entstehung und Schicksal nichts Näheres bekannt ist. Jede Kartoffelzelle beherbergt ein bis drei solcher Zoosporangien. Der Inhalt der Zelle wird durch den Pilz fast vollständig aufgezehrt, selten bleiben noch einige Plasmareste oder Stärkekörner zurück. Die jungen Individuen dringen durch die noch

[1]) Ein neuer Schorfparasit der Kartoffelknollen in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XIV, 1896, S. 36.

gesunde Zellhaut ein, indem sie dieselbe durchbohren. Die Gewebezone, welche von dem Parasiten bewohnt wird, bräunt sich mit Ausnahme der Stärkekörner, die weifs bleiben. In erster Linie scheint sich der Zellkern zu verändern, dann färbt sich das Plasma und zuletzt auch die Zellhaut.

Auf die benachbarten, noch nicht infizierten Zellen übt der Parasit eine Art Wundreiz aus. Sie teilen sich in sehr schneller und unregelmäfsiger Weise und bilden ein sehr kleinzelliges, unregelmäfsiges Wundgewebe.

Dieselbe Krankheit beobachtete M. C. POTTER[1]), der allerdings das Ausschwärmen der Zoosporen nicht sah. Augenscheinlich hatte er nur die Dauersporen vor sich, die in die Erde gelangen und von hier aus Neuinfektionen im nächsten Jahr nach der Überwinterung hervorbringen. Vielleicht dringen die Schwärmer zu den Augen ein, und die Schorfbildung beginnt erst mit dem Älterwerden der Knolle. Bisher ist die Krankheit nur aus Oberungarn und England bekannt geworden.

Vorstehende Figur 16 ist nach einem Exemplar entworfen, das Herr GÜSSOW in England gesammelt hat. Durch die warzigen Vorsprünge ist der Knollenkörper derart verändert, dafs man kaum die Kartoffelknolle wiederzuerkennen vermag.

Nach den Mitteilungen von SORAUER erfolgte übrigens im vorliegenden Falle ein Schwinden der Kartoffel durch bakteriose Schmelzung der Zellwandungen, wie im Querschnitt (Fig. 17) angedeutet ist. Die äufserst zahlreichen Dauersporen werden dadurch frei.

Von einiger Wichtigkeit ist die von E. MARCHAL[2]) studierte Erkrankung des Flachses in Flandern, die von den Bauern als Flachsbrand (vlasbrand) bezeichnet wird. Im Mai, seltener Anfang Juni, treten auf den Flachsfeldern, auf denen die jungen Pflänzchen die ersten Blattpaare treiben, namentlich an tiefer gelegenen Orten, kreisrunde Stellen (brandflekken der Bauern) auf, an denen die Pflänzchen schlaff werden und umfallen. Diese Flecken dehnen sich schnell concentrisch aus und können sich bei feuchter Witterung über das ganze Feld ausbreiten. Tritt dann trockenes Wetter ein, so erholen sich die Pflanzen allmählich wieder, soweit sie nicht schon dem ersten Anprall der Erkrankung erlegen sind. In den feinen Seitenwurzeln der erkrankten Flachspflanzen fand MARCHAL die von DE WILDEMAN zuerst beschriebene *Asterocystis radicis* vor. Der Schmarotzer sitzt in Form von eiförmigen Zoosporangien einzeln oder zu mehreren in den Wurzelzellen. Die Zoosporen sind kuglig bis eiförmig, besitzen eine Cilie und treten aus dem Sporangium durch einen seitlichen Rifs aus. Aufserdem wurden auch Dauersporen beobachtet, welche länglich ellipsoidisch sind und eine dicke Membran besitzen, die nach dem Innern der Spore hin regelmäfsige Auslappungen bildet, so dafs der Inhalt sternförmig begrenzt erscheint. MARCHAL hat mit dem Pilze Infektionsversuche angestellt, welche zeigten, dafs die junge, eben ausgekeimte Pflanze noch immun ist; erst wenn sich die Nebenwürzelchen entwickeln, also etwa nach 14 Tagen, wird die Pflanze für den Schmarotzer empfänglich. Bis zum 25. Tage höchstens bleibt dann die Pflanze empfänglich, das Optimum für den Angriff bildet die Zeit vom 13. bis 18. Tage. Wurde der Erde Kupfersulfat zugesetzt, so verhinderten schon 2 bis 4 g auf das Kilo Erde die Entwicklung des Pilzes. Da eine derartige Bekämpfung im freien Lande untunlich wäre, weil sie zu teuer kommen

[1]) A new potato disease in Journ. of the Board of Agric. IX, 1902, S. 320.

[2]) Recherches biologiques sur une Chytridinée parasite du Lin in Bull. de l'Agric., Belg. 1901, und Rev. mycol. XXIII, 1901, S. 113.

würde, so bleibt nur das eine Verhütungsmittel übrig, den einmal verseuchten Boden in den nächsten sieben bis zehn Jahren nicht mit Flachs zu bebauen. Wie schwierig überhaupt die Ausrottung dieses Pilzes ist, erkennt man daraus, dafs er sich auch in den Wurzeln vieler anderer Pflanzen findet. Schon DE WILDEMAN hatte ihn bei Cruciferen, *Plantago, Veronica, Limosella*, Gramineen nachgewiesen; MARCHAL konnte durch Impfung feststellen, dafs auch Spinat, Rettich, Erbse, Klee, Kerbel, Senf u. a. empfänglich sind, dagegen blieben *Beta vulgaris, Triticum sativum, Lepidium sativum, Valerianella olitoria, Helianthus annuus* verschont. Die Verbreitung des Pilzes erstreckt sich über Flandern, Holland, Nordfrankreich, Deutschland, Irland und vielleicht auch Rufsland.

Unter den Synchytriaceen finden sich mehrere Formen, die deswegen von gröfserem Interesse sind, weil ihre Entwicklungsgeschichte und ihre Einwirkung auf die Nährpflanze genauer studiert sind. *Rozella septigena* Cornu wächst in den Fäden von *Saprolegnia*. Die Sporangien sitzen reihenweise in den kaum veränderten Pilzschläuchen und erwecken dadurch den Anschein, dafs der Faden mit Querwänden versehen ist. Die Schwärmsporen besitzen zwei Cilien; man glaubte früher, dafs dieser Parasit in den Entwicklungskreis der Saprolegnien gehört und hielt die Zoosporangien für Antheridien und die Dauersporen für eine zweite Sporenform.

Am bekanntesten ist die Gattung *Synchytrium*. Sie zeichnet sich dadurch aus, dafs ihre Fruchtkörper endogen in den Zellen von Landpflanzen leben. Aus jedem Fruchtkörper geht ein Sporangiensorus hervor. Je nachdem nun die Zerteilung des Inhaltes zu Sporangien im Fruchtkörper selbst stattfindet oder erst nach Austritt des Inhalts aufserhalb, unterscheidet man die beiden Gattungen *Synchytrium* im eigentlichen Sinne und *Pycnochytrium*. Bei letzterer Gattung also tritt aus dem Fruchtkörper der Inhalt zu einer freien Öffnung heraus, umgibt sich mit einer feinen Membran und teilt sich dann in eine grofse Zahl von Zoosporangien, in denen die eingeifslichen Zoosporen gebildet werden. Als typisches Beispiel des Entwicklungsganges einer Chytridiacee sei der von *Pycnochytrium Succisae* (de By. et. Wor.) Schroet. herausgegriffen.

Der Schmarotzer befällt die blaue, selten weifsblühende, an feuchten Wiesenstellen wachsende Feldskabiose (*Succisa pratensis*). Nach den Beobachtungen von J. SCHROETER[1]) sucht sich dieser Parasit wie viele der andern Synchytrien die am feuchtesten stehenden Pflanzen der Wiese aus, während an trockenen Standorten befindliche Exemplare oft ganz verschont bleiben. Die Blätter, von denen die wurzelständigen am meisten leiden, erscheinen nicht verunstaltet, sondern nur goldgelb punktiert. Nur wenn viele der kleinen Pusteln auf dem Blattrande stehen, verdickt und verkrümmt sich derselbe. An den Stengeln tritt der Parasit am untern Teile in langen, gelben, später braunen Schwielen auf.

Sucht man den Schmarotzer in jungen Blättern auf, so findet man ihn gewöhnlich in einzelnen Oberhautzellen in Form kleiner, 4 μ Durchmesser zeigender Kugeln, deren Wand äufserst dünn, deren Inhalt noch weifs ist oder schwach rötlich zu werden beginnt. Indem die parasitischen Kugeln allmählich ihre normale Gröfse von 10 bis 17 μ Durchmesser erhalten, wird ihre Membram dicker und dadurch noch deutlicher von dem durchgängig orangeroten Inhalt unterscheidbar. Die befallenen Oberhautzellen, welche zuerst sich kaum vor ihren Nachbarn

[1]) Pflanzenparasiten aus der Gattung Synchytrium in Cohn's Beiträgen I, 1870.

auszeichnen, schwellen mit dem Wachstum des Parasiten an, und allmählich beginnen auch die Zellen der nächsten Umgebung zu schwellen und sich zu vermehren, wodurch sie eine Hülle um die direkte Nährzelle des Parasiten bilden (Fig. 15, *1h*). In diesem Stadium erscheint die Oberfläche des befallenen Pflanzenteils wie mit blafsgrünen, in der Mitte vertieften Perlen besetzt. Im Grunde der Vertiefung jeder Perle schimmert der orangegelbe Parasit hindurch. Spätere Entwicklungsstadien zeigen nun, dafs aus der herangewachsenen Kugel sich der orangegelbe Inhalt in Form eines zusammenhängenden Plasmaklumpens herausgedrängt hat. Die aufgedunsene Oberhautzelle enthält jetzt in ihrer oberen Hälfte die bereits in Bildung von Tochterzellen begriffene gelbe Plasmamasse (Fig. 15, *1sp*) und unter ihr die von derselben losgestreifte, ursprüngliche Membran (Fig. 15, *1m*).

Die feine Haut, welche die Tochterzellen zusammenhält, läfst sich leicht zersprengen, und die durch gegenseitigen Druck innerhalb ihrer gemeinsamen Hülle verschieden gestalteten kleinen Körperchen (Fig. 15, *2*) werden frei. Diese Körperchen erweisen sich als Zoosporangien, deren Zahl bis 150 betragen kann; ihr Inhalt ist mennigrot; die Membran wird dick und bleibt farblos ohne Cellulosereaktion. Wenn man frische Blätter voll derartig entwickelter Parasiten mit Wasser begiefst, zeigen diese Sporangien oft schon innerhalb 24 Stunden ihren Inhalt in eine grofse Menge sehr kleiner Kügelchen zerklüftet (Fig. 15, *3*), welche allmählich in eine erst langsame, dann immer schnellere, wimmelnde Bewegung geraten und dann anfangen, durch eine oder zwei schon vorher erkennbar gewesene, aufgetriebene Stellen des Sporangiums herauszutreten (Fig. 15, *3s*) und sich im Wasser schwärmend zu verteilen. Die meisten Schwärmsporen sind rundlich, etwa 2 bis 3 μ lang, an einem Ende etwas zugespitzt und mit einer einzigen, langen Wimper versehen (Fig. 15, *4a*); manchmal begegnet man doppelt so langen, cylindrischen Exemplaren (Fig. 15, *4b*). Die Bewegung ist bisweilen hüpfend oder bohrend, als ob sie in eine Zelle sich einbohren wollten.

Ein solches Einbohren mufs in der Tat endlich stattfinden; denn wenn man die Schwärmsporen auf ein junges Blatt aussät, gewahrt man schon am nächsten Tage eine Anzahl derselben in die Oberhautzellen hineingewandert, vergröfsert und den jungen Zuständen ähnlich, denen man sonst in der Nährpflanze begegnet.

Sich selbst überlassen, wandern die Schwärmsporen namentlich in diejenigen Zellen, welche die ursprüngliche Wirtszelle des Parasiten überwachsen (Fig. 15, *5*) und die Pustel- oder Perlenbildung hervorrufen. Aus dieser neu eingewanderten Generation werden nun aber nicht sogleich wieder zur Sporangienbildung befähigte Pilzkörper, sondern die jungen, gelbroten, kugligen, meist zu mehreren in einer Zelle (bis 120) liegenden Parasiten umkleiden sich allmählich mit einer braunen, brüchigen Haut, unter welcher sich eine zweite, zähe, farblose Membran zeigt (Fig, 15, *5d*). Diese braunen Sporen sind nicht fähig, sich sofort weiter zu entwickeln, sondern bedürfen einer Ruhezeit. Je nachdem sie einzeln oder zu mehreren in der Nährzelle liegen, schwankt ihre Gröfse von 50 bis 80 μ; sie erscheinen in einer braunen, aus dem abgetöteten plasmatischen Inhalt der Nährzelle bestehenden Masse eingebettet. Das Schicksal dieser Dauersporangien konnte bei dieser Art nicht verfolgt werden, wohl aber hat es Woronin[1]) für *P. Mercurialis*

[1]) Neuer Beitrag zur Kenntnis der Chytridiaceen in Bot. Zeit. XXVI, 1868, S. 81.

(Lib.) Schroet. festgestellt. Im Frühjahr, wenn Stengel und Blätter an *Mercurialis* verwest und die Dauerzellen frei geworden sind, tritt der Inhalt (Fig. 15, *6*) durch ein kleines rundes Loch in der braunen Hülle heraus. Er ist umgeben von der sackartigen, ungefärbten, durch Jod und Schwefelsäure violett werdenden Verlängerung der farblos bleibenden inneren Auskleidung der Dauerzelle (Fig. 15, *6 h*); von dieser bleibt schliefslich nur noch die entleerte braune Hülle (Fig. 15, *6 e*) an der Basis der weifsen undurchsichtigen Blase, die jetzt den Inhalt birgt. Die Umhüllung der Blase öffnet sich mit einem Rifs. Der protoplasmatische Inhalt, welcher sich schon innerhalb der Blase in eine grofse Zahl locker zusammenhängender, polyedrischer Zellen (Fig. 15, *6 sp*) geteilt hat, fällt heraus, und die einzelnen Zellchen, welche Zoosporangien darstellen, verteilen sich in Wassertropfen, die von Regen oder Tau zurückgelassen sind. Aus den Zoosporangien entstehen auf die gewöhnliche Weise die Zoosporen, welche den Entwicklungsgang von vorn beginnen.

Ähnlich verläuft die Entwicklung bei dem ebenfalls goldgelben Inhalt führenden *P. aureum* Schroet., das sich auf sehr vielen Nährpflanzen, besonders aber auf *Lysimachia*-Arten findet. Farblosen Inhalt besitzt *P. Anemones* (D. C.) Schroet., ein auf *Anemone*-Arten sehr häufiger Parasit.

Von den *Synchytrium*-Arten seien hier nur *S. Taraxaci* de By. et Wor. auf *Taraxacum officinale* und *S. fulgens* Schroet. auf *Oenothera*-Arten genannt. Mit der erstgenannten Art hat R. Lüdi [1]) eine grofse Zahl von Impfversuchen angestellt, indem er prüfen wollte, ob die Angabe, dafs *S. Taraxaci* auch andere Compositen befällt, zutreffend ist. Gegen alle Erwartung ergab sich als Resultat, dafs der Pilz eine ausgezeichnet angepafste Art ist, die zwar auf einige *Taraxacum*-Arten, aber nicht auf alle übertragbar ist, andere Compositen dagegen streng meidet. Dadurch werden diejenigen Formen, die auf anderen Nährpflanzen angegeben und zu *S. Taraxaci* gezogen sind, zu besonderen Arten erhoben.

Nahe verwandt mit den erwähnten Gattungen ist *Woroninella Psophocarpi* Racib., die auf Java dem Botor, *Psophocarpus tetragonolobus*, bedeutenden Schaden zufügt [2]). Fast alle Teile dieser Pflanze werden von den Eingeborenen gegessen, die infolgedessen ihre Kultur lebhaft betreiben. In fast allen Teilen der Pflanze, namentlich in den über 1 m vom Erdboden befindlichen, bildet der Parasit kugelige, orangerote Wärzchen von 0,5 bis 1 mm Durchmesser, die sich bei der Reife unter Zersprengung der Epidermiszellen öffnen und eine Menge von kugligen, orangeroten Zellen frei werden lassen. Durch den Wind werden diese zu Zoosporangien werdenden Zellen verweht und bringen unter günstigen Verhältnissen zahlreiche, zweigeifslige Schwärmer hervor, die dann eine neue Infektion veranlassen.

Zu den Rhizidiaceae gehören zwar zahlreiche Gattungen und Arten, aber sie bieten deshalb kein Interesse, weil sie nicht auf Nutzpflanzen vorkommen. Die meisten sitzen in oder auf Süfswasseralgen, Bacillariaceen, Pollenkörnern usw. Genannt seien *Entophlyctis Cienkowskiana* (Zopf) A. Fisch. in *Cladophora*-Arten, *Rhizophidium pollinis* (A. Br.)

[1]) Beiträge zur Kenntnis der Chytridiaceen in Hedwigia XL, 1901, S. 1, und XLI, 1902, S. (1).

[2]) M. Raciborski, Pflanzenpathologisches aus Java in Zeitschr. f. Pflanzenkr. VIII, 1898, S. 195.

A. Fisch. in schwimmenden Pollenkörnern, *Chytridium olla* A. Br. in den Oogonien von *Oedogonium*, *Rhizidiomyces apophysatus* Zopf in den Oogonien von *Saprolegnia*-Arten usw.

Unter den Cladochytriaceae finden sich mehrere erwähnenswerte Formen. So wächst *Cladochytrium tenue* Nowak. in den unter Wasser befindlichen Gewebeteilen von *Acorus Calamus*, *Iris Pseudacorus* und *Glyceria aquatica*. *Cl. graminis* Büsg. befällt die Wurzeln von Gräsern und soll nach v. LAGERHEIM auf Wiesen ziemlichen Schaden stiften. Die infizierten Pflanzen bleiben klein und kommen nicht zur Blütenbildung. Sehr problematisch sind zwei Arten derselben Gattung, die von A. PRUNET[1]) beschrieben worden sind. Der erste Organismus, *Cl. viticolum*, soll die Ursache einer grofsen Zahl von Weinkrankheiten sein, so des Schwarz- und Rotbrenners, bacilläre Gummose, Gélivure, Brunissure, Mal nero usw. Der Organismus besitzt ein zartes Mycel, das die Rebenzellen durchdringt, intracellulare Zoosporangien und Dauersporen. Der Pilz durchwuchert alle Teile der Nährpflanze, ohne dafs lange Zeit äufserlich irgend welche Erkrankungserscheinungen auftreten. F. CAVARA[2]) hat dann diese Untersuchungen nachgeprüft, ohne aber eine Spur des fraglichen Pilzes entdecken zu können. Es mag daher wohl mit diesem Parasiten ähnlich bestellt sein wie mit der DEBRAY'schen *Pseudocommis Vitis*. Die zweite Art, *Cl. Mori*, die PRUNET für eine Krankheit der Maulbeerbäume in Südfrankreich verantwortlich macht, ist der andern Art sehr ähnlich und ruft an den einjährigen Zweigen braune oder schwarze Tüpfel an den den Lenticellen entsprechenden Stellen hervor. Hier blättert sich dann die Rinde ab, und die Zerstörung geht meist ins Innere des Holzes weiter. Schliefslich vertrocknet die Astspitze, die Blätter bekommen braune Flecken und vertrocknen, das Holz wird gelb, und die Wurzeln faulen. Auch diese Krankheit bedarf noch sehr der Klärung.

Zu erwähnen wäre noch das von A. N. BERLESE[3]) entdeckte *Cl. Violae*, das in Camerino unter den kultivierten Stiefmütterchen grofse Verwüstungen angerichtet hat. Der Pilz durchwächst mit seinem Mycel die Wurzelzellen und bildet am Ende der Mycelzweige Sporangien, die nach wiederholter Kernteilung je eine Dauerspore hervorbringen. Diese besitzt eine dicke, goldgelbe Wandung und überwintert im Boden.

Besonders schädlich im Südwesten Frankreichs ist nach A. PRUNET[4]) ein Parasit des Weizens, der den Namen *Pyroctonum sphaericum* Prun. erhalten hat. Die befallenen Weizenpflanzen sistieren ihr Wachstum und werden gelb; auf den Feldern entstehen grofse gelbe Stellen, die sich allmählich weiter ausbreiten. Die Zoosporen des Pilzes bohren sich durch die Epidermis ein und bilden im Innern der Zelle ein sehr feines und zartes Mycelgeflecht. An ihm entwickeln sich interkalar und terminal Zoosporangien, die sich mit einer Membran umgeben und schliefslich die Wurzeln völlig ausfüllen, während das Mycel ver-

---

[1]) Sur une Chytridinée parasite de la vigne in Compt. rend. CXIX, 1894, S. 572; Caractères extérieurs de la chytridiose de la vigne l. c. S. 808; Sur les rapports biologiques du Cladochytrium viticolum avec la vigne l. c. S. 1233; ferner La maladie du mûrier l. c. CXX, 1895, S. 222.

[2]) Aperçu sommaire de quelques maladies de la vigne parues en Italie au 1894 in Rev. internat. de vitic. et d'œnol. 1895, S. 447.

[3]) Il Cladochytrium Violæ e la malattia che produce in Rivist. di patol. VII, 1901, S. 167.

[4]) Sur une nouvelle maladie du blé, causée par une Chytridinée in Compt. rend. CXIX, 1894, S. 108.

schwindet. Die hervorkommenden Zoosporen setzen sich an der Zellwand fest, umgeben sich mit einer Membran und senden einen Mycelfaden in die Nachbarzelle, der wieder Zoosporangien entwickelt. Der Pilz verbreitet sich in dieser Weise durch die gesamte Nährpflanze und saugt sie völlig aus. Begünstigt wird die Ausbreitung der Krankheit, wenn im Frühjahr reichlicher Regenfall eintritt. Als Verhütung wird Vernichtung der Pflanzen und Aussetzen des Weizenbaues auf den verseuchten Äckern vorgeschlagen.

Endlich mag noch die Gattung *Physoderma* erwähnt sein, deren Arten hauptsächlich im oder am Wasser wachsende Pflanzen befallen. So wächst *P. Menyanthis* de By. auf *Menyanthes trifoliata*, *P. Gerhardti* Schroet. auf Sumpfgräsern, *P. maculare* Wallr. auf *Alisma Plantago* u. a.

Von den Hyphochytriaceae sei nur *Hyphochytrium infestans* Zopf genannt, das auf kleinen Pezizeen schmarotzt und die Fruchtkörper zerstört.

Die höchst stehende Familie der Oochytriaceae umfafst nur wenige Formen, von denen *Polyphagus Euglenae* (Bail) Nowak. erwähnt sein mag. Das Mycel des Pilzes dringt mit Nebenzweigen in die Zellen von *Euglena viridis* ein und saugt sie aus. Die Zoosporangien bilden sich aus dem entleerten Inhalt des reifen Fruchtkörpers aus und erzeugen eingeifslige Schwärmer.

Zur Bildung eines Oosporangiums kopuliert ein Ast eines Individuums (Antheridium) mit einem Aste eines andern. Der Inhalt des Antheridiums tritt über, und es bildet sich an der Kopulationsstelle das Oosporangium aus. Die Oosporangien sind kuglig und besitzen eine dicke, meist feinstachlige Membran; wenn sie auskeimen, tritt der Inhalt hervor und bildet ein Zoosporangium. Die Vermehrung des Parasiten erfolgt sehr schnell, so dafs *Euglena* in einer Wasserpfütze in kürzester Zeit vernichtet werden kann.

Es bleibt dann noch die Gattung *Urophlyctis* zu besprechen, um deren nähere Kenntnis sich namentlich P. Magnus[1]) verdient gemacht hat. Die Arten dieser Gattung sind dadurch bemerkenswert, dafs sie gallenartige Auswüchse an den Nährpflanzen erzeugen. Die Entwicklung dieser Gallen, sowie das Auswachsen einzelner infizierter Zellen zu Riesenzellen kann hier nicht näher besprochen werden, sondern ich verweise dieserhalb auf die Arbeiten von Magnus. *U. Kriegeriana* Magn. tritt an Blättern und Stengeln von *Carum-* und *Pimpinella*-Arten auf. In den Wurzeln von *Medicago sativa* lebt *U. Alfalfae* (v. Lagerh.) Magn. und tötet die Pflanzen ab. Bisher hat die Krankheit in Ecuador grofsen Schaden angerichtet und hat sich auch in der Schweiz und im Elsafs unliebsam bemerkbar gemacht. Auf Chenopodiaceen kommt *U. pulposa* (Wallr.) Schroet. vor. Mit dieser Art hat Vuillemin einen Pilz identifiziert, der auf den Zuckerrüben grofse Verheerungen anrichtet, *U. leproidea* (Trab.) Magn. Dieser zuerst in seiner systematischen Stellung gänzlich verkannte Pilz, wurde von Trabut in Algier entdeckt und später auch in Frankreich und anderswo gefunden. Die Rübenwurzeln bekommen lepraartige Auswüchse, ohne dafs sie aber sonst wesentlich geschädigt werden. Im Innern des Auswuchses sitzt in einer riesig vergröfserten

[1]) Unter anderen Aufsätzen über Arten der Gattung besonders: Über eine neue unterirdisch lebende Art der Gattung Urophlyctis in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XIX, 1901, S. (145), und Über die in den knolligen Wurzelauswüchsen der Luzerne lebende Urophlyctis l. c. XX, 1902, S. 291.

Zelle der Pilz. Die Zelle durchwuchert mit zahlreichen Fortsätzen und Ausbuchtungen das Parenchym des gallenartigen Auswuchses nach allen Richtungen hin. Ihre Wandung ist stark gequollen, aber nicht durchbrochen. In allen Teilen der Riesenzellen findet sich das Mycel, das bald zur Bildung von Dauersporen schreitet.

2. Saprolegniineae.

Obwohl die hierher gehörigen Pilze keine Bedeutung für die Lehre von den Pflanzenkrankheiten besitzen, so soll doch der Vollständigkeit halber mit einigen Worten ihre Organisation geschildert werden. Das Mycel bildet einzellige, verzweigte Schläuche, an deren Enden die Zoosporangien meist als keulige oder cylindrische Zellen entstehen und sich durch eine Scheidewand absetzen. Die Zoosporen besitzen zwei Cilien. Bei den meisten Gattungen verlassen die Zoosporen in voller Bewegung das Sporangium, bei andern dagegen treten sie zusammen als Klumpen aus dem Sporangium heraus, häuten sich und schwärmen dann erst. Sobald sie zur Ruhe gekommen sind, keimen sie mit einem Keimschlauch aus. Bei den meisten Arten ist eine geschlechtliche Fortpflanzung bekannt. An denselben Mycelzweigen oder seltner an verschiedenen entstehen die Antheridien und Oogonien, jene als keulige Seitenästchen, seltner als cylindrische, interkalare Zellen, diese als kuglige gestielte Zellen. Das Antheridium treibt dann einen Befruchtungsschlauch in das Oogon hinein und läfst Teile des Inhaltes (Spermamoeben) übertreten. Im Oogon bilden sich dann ein oder mehrere Sporen aus, die meistens kuglig sind und eine dicke, bisweilen warzige Membran besitzen. Nach einer Ruhezeit keimen sie mit Keimschlauch aus oder bilden ein Schwärmsporangium. Man unterscheidet zwei Familien, die Saprolegniaceae mit nicht eingeschnürtem Mycel und die Leptomitaceae mit Einschnürungen am Mycel. In der erstgenannten Familie treffen wir meistens Formen, welche auf Insekten und andern Tieren im Wasser leben und sie töten. Aufserdem aber gibt es eine ganze Reihe von Arten, welche den Fischen sehr verderblich werden können, indem sie Seuchen hervorrufen, die sich mit grofser Schnelligkeit ausbreiten. Zu diesen gefährlichen Feinden gehören *Saprolegnia*-Arten aus der Feraxgruppe (*S. monoica*, *Thureti* usw.), *Achlya prolifera* usw. Nur sehr wenige Arten kommen parasitisch auf Algen vor, wie *Aphanomyces phycophilus* de By. in Spirogyren und Zygnemen. Auf abgestorbenen Pflanzenteilen, wie Holz, Stengel, kommen *Achlya racemosa* Hildebr., *Dictyuchus*-Arten und andere vor. Der genannte *Aphanomyces* besitzt Zoosporen, die sich vor dem Fortschwärmen häuten. Das Mycel kriecht in den Zellen der erwähnten Algen und treibt aus der Nährzelle kurze Seitenzweige heraus, welche anschwellen und zu den durch kurze, spitze Aussackungen morgensternförmig aussehenden Oogonien mit kugligen Oosporen sich ausbilden. Bei dem Absterben der Nährzellen tritt häufig ein violetter Farbstoff auf, der die gallertartig aufquellenden Zellmembranen tingiert. Der Zellinhalt fällt zusammen, wird mifsfarbig, oft dunkelviolett und braun gefärbt: der von Parasiten bewohnte Faden ist meist gänzlich abgestorben. Übrigens ist bemerkenswert, dafs der Pilz vorzugsweise kranke, schwach vegetierende Spirogyrafäden aufzusuchen scheint, genau so, wie die fischtötenden Arten am ehesten diejenigen Individuen ergreifen, deren Lebensenergie durch irgend welche äufsere Umstände herabgesetzt worden ist.

3. Peronosporineae.

Während die soeben besprochenen Reihen der Oomyceten fast ausschliefslich Wasserformen enthalten und nur in wenigen Typen der Chytridiineae sich bereits die Anpassung an das Landleben zeigt, treffen wir bei den Peronosporineae fast ausschliefslich Landformen. Hier tritt denn auch zum ersten Male die dem Landleben für Übertragung durch den Wind angepafste Konidie auf. Sämtliche hierher gehörige Arten sind streng angepafste Parasiten, die unter Umständen gewaltige Schädigungen der Kulturpflanzen anzurichten vermögen. Aus diesem Grunde erscheint es notwendig, genau auf die Organisation und die systematische Einteilung einzugehen.

Das Mycel wächst meist entophytisch in den Nährpflanzen, nur bei den Pythiaceen findet es sich auch aufserhalb. Die Fäden verlaufen nur intercellular und entsenden in die Zellen der Nährpflanze sogenannte Haustorien, vermittels deren sie die Nährstoffe aus den Zellen herausziehen. Die Konidien werden am Ende von Mycelzweigen oder an besonderen, mehr oder weniger differenzierten Trägern einzeln oder in Ketten gebildet. Diese Konidien keimen entweder unmittelbar mit Keimschläuchen aus oder werden zu Schwärmsporangien, so dafs wir hier sehen, dafs die typische exogen gebildete Konidie zum Sporangium wird: ein Fall, der sonst im Pilzreiche nicht vorkommt. Daneben finden sich bei den Pythiaceen auch ungeschlechtlich entwickelte Zoosporangien, deren Inhalt sich in eine blasenförmige Zelle entleert, worin sich erst nachträglich die Zoosporen differenzieren. Die geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane entstehen aufser bei den Pythiaceen im Innern der Nährpflanze. Die Oogonien entstehen als seitliche oder endständige kuglige Zellen, die Antheridien als keulige oder unregelmäfsig gestaltete Zellen an einem Nachbarzweige. Zur Befruchtung geht vom Antheridium ein Fortsatz in das Oogon bis in die eine Eizelle und läfst den Kern übertreten. Die Vorgänge, die sich hier bei der Kernvereinigung und vorher abspielen, sind ziemlich genau bekannt [1]), doch interessieren sie uns für unsere Zwecke nicht weiter. Die Oospore keimt entweder vegetativ aus oder bildet ein Zoosporangium.

Man teilt die Peronosporineae in drei Familien ein: Pythiaceae, Albuginaceae und Peronosporaceae. Von diesen stellt die erste eine Art Übergang zu den Saprolegniineae dar, zu denen sie auch bisweilen gestellt wird. Sie besitzt besonders ausgebildete Zoosporangien, die bei den andern Familien nur als Umwandlung der Konidien und Oosporen bekannt sind. Die beiden letztgenannten Familien unterscheiden sich durch die Art der Konidienbildung; die Albuginaceae besitzen Konidienketten, die auf kurzen einfachen Sterigmen entstehen, die Peronosporaceae dagegen erzeugen ihre Konidien auf baumförmig verästelten Konidienträgern.

Pythiaceae.

Aus dieser Familie interessiert uns nur die Gattung *Pythium*, weil einige Arten von ihr gefährliche Feinde der jungen Pflanzen sind.

Die wichtigste und am besten bekannte Art ist *Pythium de Baryanum*

[1]) Vergl. W. Ruhland, Studien über die Befruchtung der Albugo Lepigoni und einiger Peronosporeen in Pringsh. Jahrb. XXXIX, 1903, S. 135. Hier ist auch die ziemlich umfangreiche Literatur über den Gegenstand ausführlich citiert.

Hesse, welche das Umfallen der jungen Keimpflanzen (Damping off) bewirkt. Die Entwicklung dieses Pilzes und die durch ihn bewirkten Fäulniserscheinungen sind von HESSE[1]) eingehend studiert worden, wozu dann später von DE BARY[2]), ATKINSON[3]) u. a. Ergänzungen gegeben wurden.

Die Erkrankung der jungen Pflänzchen geht in folgender Weise vor sich. Das Mycel des Pilzes ist einzellig, fädig, vielfach verästelt, farblos; es wächst durch die Epidermis einer erkrankten Pflanze und legt sich mit seinen stumpfen Endzweigen an die Aufsenwand einer Oberhautzelle der nächst erreichbaren, gesunden Pflanze, und zwar gewöhnlich dem unter den Kotylen liegenden, zarten Stengelgliede an. Ein Fortsatz von einem derartig sich anlegenden Mycelzweige bohrt sich in die Zelle ein, durchbohrt auch deren Innenwand und wächst in und zwischen den Zellen des Rindenparenchyms weiter. Die Verbreitung des Mycels findet in allen Geweben und Organen mit alleiniger Ausnahme der Holzelemente des Keimlings statt; doch ist die ausgedehnteste Verbreitung immer im Parenchym des hypokotylen Gliedes. Im Innern dieses Gewebes, auch wohl ausnahmsweise im Parenchym der Samenlappen werden Konidien und auch Oosporen gebildet, welche bei der Zersetzung des Gewebes der Nährpflanze auf die Bodenoberfläche gelangen, auf welcher sie unter günstigen Bedingungen auskeimen.

Das Absterben erfolgt in verhältnismäfsig kurzer Zeit; vorher zeigt sich die Einwirkung des Schmarotzers im allgemeinen darin, dafs die befallenen Gewebteile der Nährpflanze bis auf Zellhautreste ausgesogen werden. Den Anfang macht ein Verblassen des hypokotylen Gliedes durch Auflösung der Chlorophyllkörner; das Ganze wird schmutzig weifs und schrumpft zusammen, bis endlich nur noch Reste der Membranen übrig bleiben. In den Fällen, in welchen die Epidermis nicht so stark vom Parasiten angegriffen wird, hebt sie sich von dem in Auflösung befindlichen, darunter liegenden Gewebe ab, schrumpft unter Bräunung ihrer Wandung und verfällt später der Verwitterung. Durch das Schwinden der parenchymatischen und häufig auch der cambialen Gewebe entstehen am hypokotylen Gliede Längsfurchen oder spiralig um die Keimlingsachse verlaufende Vertiefungen, welche das beste Symptom der Krankheit abgeben.

Die Vermehrungsorgane des Parasiten sind mehrfacher Art und bilden sich, sobald das Mycel etwas herangewachsen ist, massenhaft aus. Dazu entstehen an den stark in die Länge wachsenden Mycelzweigen kurze, büschelartig nebeneinander stehende Zweige, deren feine Endzweigungen meist gekrümmt sind. An den Enden der Äste entstehen kleine Anschwellungen (Fig. 18, *1f*), die sich kuglig vergröfsern und durch eine Querwand nahe der Basis abgetrennt werden. Gleichzeitig entstehen auch interkalar in den vegetativen, starken Verzweigungen Gemmen (Fig. 18, *1g*), die nach dem Absterben der Mycelteile auskeimen. Ein Teil der endständigen kugligen Zellen wird zu Konidien, namentlich dann, wenn die Mycelfäden frei in die Luft ragen. Diese Konidien erzeugen entweder sofort Schwärmsporen im Innern oder keimen nach längerer Ruhepause mit Keimschlauch aus. Ein anderer Teil der Kugelzelle wird direkt zu Schwärmsporangien, die seitlich einen Entleerungshals bilden, zu dem der gesamte Inhalt heraustritt

---

[1]) Pythium de Baryanum, ein endophytischer Schmarotzer usw. Halle 1874.
[2]) Bot. Zeit. XXXIX, 1881, S. 528.
[3]) Damping off in Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Bull. 94. Ithaca 1895.

Fig. 18.

Erklärung der Figur 18.

1 Pythium de Baryanum Hesse, *m* verästeltes Mycel, *x* die zuerst, *f* die später gebildete Querwand, *a* junges Zoosporangium, *b* Zoosporangium mit ausgewandertem Inhalt *v* und bereits gebildeten Zoosporen, *zz* frei gewordene Zoosporen (siehe Figur links unten), *p* Antheridium, dessen Fortsatz *s* das Oogonium *o* bereits durchwachsen und die Oosphären *oo* bereits erreicht hat, *y* reife Oospore mit der doppelt konturierten Wand des Oogoniums *og*, *ep* Endospor, das in eine äufsere und innere Membran zerfällt, *g* im Mycel gebildete Zwischenzelle. *2 Pythium hydnosporum* (Mont.) Schroet. mit stacheligem Oogon *og* und Oospore *osp*. *3 Phytophthora Cactorum* Lebert, *a* Konidienträger, *b* Oospore, aus der sich ein Konidienträger mit Zoosporangien *sp* entwickelt hat. *4, 5, 7—9 Phytophthora infestans* (Mont.) de By. *4* Kartoffelblatt mit Flecken *k*. *5* Konidienträger. *7* Konidien *sp*, die mit Keimschläuchen *m* austreiben, *c* eine Sekundärkonidie. *8* Zoosporangien, *a* mit zerklüftetem Inhalt, *b* mit ausschlüpfenden Zoosporen, *zg* Zoosporen. *9* auskeimende Zoospore *z* mit eindringendem Keimschlauch *k*. *6 Cystopus candidus* Pers., *h* Konidienträger, *sp* Konidien. *10, 11 Peronospora Alsinearum* Casp., Befruchtung; *m* Mycel, *h* Ast des Mycels mit dem Oogon, *og* Oogon, *p* Oosphäre, *o* Plasma, *osp* Oospore, *a* Antheridium, *sch* Befruchtungsfortsatz. (Nach Sorauer.)

und Zoosporen entstehen läfst. Der Entleerungsschlauch tritt an dem jungen Zoosporangium als seitliche Ausstülpung auf (Fig. 18, *1a*), die sich verlängert und an ihrer Spitze eine aus der sich fortsetzenden Innenhaut des Sporangiums bestehende Blase (Fig. 18, *1v*) erzeugt. In diese wandert der gesamte Inhalt und teilt sich hier in einzelne Portionen (Fig. 18, *1z*), die dann zu Zoosporen werden und entweichen (Fig. 18, *1zg*). Die Zoosporen sind etwa eiförmig, an der Seite in ein kaum merkliches Spitzchen ausgesogen, unter welchem ein heller, vom körnigen Plasma fast frei gelassener halbmondförmiger Fleck bemerkbar ist, von dessen äufserem Rande die eine, etwas gekrümmte Cilie entspringt. Die Bewegung der Zoosporen ist vorschreitend und gleichzeitig um die Längsachse rotierend. Nachdem sie zur Ruhe gekommen sind, runden sie sich ab und treiben mit einem Keimschlauch aus.

Gegen den Herbst hin wird die Schwärmsporenbildung spärlicher, und sie wird durch reichlichere Konidienbildung und Entstehung der geschlechtlichen Fruktifikation abgelöst. Die Oogonien entstehen endständig an Seitenzweigen als kuglige Zellen, die den Sporangien und Konidien zunächst ähnlich sehen. Gleichzeitig erhebt sich aus dem mit Plasma erfüllten basalen Teil des kurzen Tragzweiges des Oogoniums oder aus einem benachbarten Mycelast eine cylindrische Ausstülpung, die etwas gekrümmt nach dem Oogon hinwächst (Fig. 18, *1p*) und sich ihm innig anschmiegt. Das Ende dieser Ausstülpung verdickt sich dann etwas und gliedert sich durch eine Wand als Antheridium ab. Dieses treibt darauf durch die Oogoniumwandung einen schlauchartigen Fortsatz, der sich bis in die Eizelle hineinbohrt. Der Kern des Antheridiums tritt dann in die Eizelle über und verschmilzt mit dem darin befindlichen Kern[1]). Darauf umgibt sich die Eizelle mit einer Membran, die sich in ein zweischichtiges Epispor und ein Endospor differenziert. Die Oosporen keimen nach längerer Ruhepause mit einem Keimschlauch aus.

Mit der Bildung der Oosporen, die etwa nach dreitägigem Wachstum erfolgt, geht das vegetative Gewebe des Pilzes zugrunde. Bei diesem Reichtum an Vermehrungsorganen, die wie die Schwärmsporen sofort neue Mycelien erzeugen oder wie die meisten Konidien und die Oosporen nach einer Ruhepause auskeimen, erscheint das plötzliche Auftreten des Schmarotzers und seine explosionsartige Ausbreitung nicht mehr verwunderlich. Indessen zeigt sich gerade bei dem epidemischen Auftreten des Pythium aufs deutlichste, dafs noch besondere Umstände vorhanden sein müssen, um das Zustandekommen der Erkrankung zu ermöglichen. Solche prädisponierenden Erscheinungen sind einmal in

---

[1]) Vergl. K. Miyake, The fertilization of Pythium de Baryanum in Annals of Bot. XV, 1901, S. 953.

dem Alter der betreffenden Sämlinge und zweitens in den hohen Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen, ungenügender Durchlüftung und Belichtung zu suchen. Wenn nämlich die Sämlinge bereits in vorgerücktem Alter stehen, z. B. wenn die Streckung des hypokotylen Gliedes schon beendet oder die ersten Blattpaare schon entwickelt sind, so werden, wenn sonst die übrigen Standortsverhältnisse nicht abnorm günstig sind, nur einige Epidermiszellen des hypokotylen Gliedes oder der Wurzel durch das Mycel ergriffen. Es bilden sich dann kleine, ovale Löcher oder leichte, am Rande etwas gebräunte Längsfurchen, die für das Gesamtbefinden der Pflanzen keinen Einflufs besitzen. Ganz junge Keimpflänzchen würden aber auch unter günstigen äufseren Umständen unfehlbar zugrunde gehen. Schon Hesse hebt hervor, dafs zu grofse Wärme und Feuchtigkeit für die Verbreitung der Krankheit günstig wirken. Dazu kommen nach den Experimenten von Atkinson noch die ungenügende Durchlüftung, wie sie durch zu engen Stand der Sämlinge erzeugt wird, und unzureichende Beleuchtung. Auch zu hohe Bodenfeuchtigkeit wirkt günstig für die Entwicklung des Pilzes. Die Verbreitung ist eine sehr allgemeine und nicht blofs auf einzelne Nährpflanzen beschränkt. Infolgedessen wird man von eigentlichen Bekämpfungsmitteln Abstand nehmen müssen, sondern wird sich darauf beschränken, dem Pilze die Vorbedingungen für seine schnelle Ausbreitung zu nehmen. Man wird hier wieder unterscheiden müssen zwischen denjenigen Pflanzen, die in Anzuchtskästen oder Gewächshäusern grofs gezogen werden, und denen, die im freien Lande erwachsen. Im ersteren Falle wird es bei richtiger Konstruktion der Kästen oder des Hauses kaum schwer sein, den Pflänzchen die richtige Wärme und Feuchtigkeit zu gewähren, sowie für die nötige Lüftung und Beleuchtung zu sorgen. Auf dem Felde, wo die unberechenbaren Witterungseinflüsse die Vorbedingungen schaffen, bedarf es natürlich weit ausgreifenderer Vorbeugungsmafsregeln. Dahin würden zu rechnen sein, dafs die Pflänzchen zur richtigen Zeit gesät oder gesteckt werden, und dafs sie nicht zu dicht zu stehen kommen. Gerade im Freiland wirkt die richtige Durchlüftung und Belichtung auch regulierend auf Wärme und Feuchtigkeit ein. Weiter aber kommt in Betracht, dafs ein Feld, das die Epidemie in einem Jahre gezeigt hat, nicht sofort im nächsten wieder denselben Zwecken dienen soll. Für die Kästen ist es natürlich nur notwendig, frische nicht infizierte Erde einzufüllen.

Hesse hatte bereits Infektionsversuche mit dem Pilze bei verschiedenen Sämlingen angestellt. Zunächst war die Entwicklung bei *Camelina sativa* festgestellt worden; danach wurden leicht andere Cruciferen, wie *Capsella bursa pastoris* und *Lepidium sativum* infiziert. Auch auf *Trifolium repens*, *Spergula arvensis*, *Panicum miliaceum* und *Zea Mays* liefs sich der Pilz übertragen, allerdings waren die beiden letzteren Pflanzen etwas weniger günstig für die Infektion. Dagegen blieben Versuche mit anderen Sämlingen erfolglos, namentlich Übertragungen auf Kartoffelpflänzchen. Nachdem aber später de Bary nachgewiesen hatte, dafs eine ganze Reihe von Arten der Gattung *Pythium*, die auf anderen Nährpflanzen beobachtet waren, mit unserer Art zusammenfielen, erscheint es durchaus wahrscheinlich, dafs der Parasit sich auf vielen anderen Sämlingen einfinden kann, wenn er nur zusagende Bedingungen findet. So ist es sehr bemerkenswert, dafs er die Kartoffelknollen befallen kann und in ihnen ganz ähnliche Fäulniserscheinungen hervorzurufen imstande ist, wie wir sie später bei *Phytophthora infestans* sehen

werden. Der Unterschied der beiden Fäulen ist aber leicht festzustellen, da *Pythium* zuerst die Knollen ergreift und das Laub verschont, während letzterer Pilz beim Laube seinen Angriff beginnt und dann erst die Knollen zum Faulen bringt.

Von hervorragender Bedeutung für den Rübenbau ist der Umstand, dafs Pythium den Wurzelbrand der Rüben oder die schwarzen Beine der Rüben erzeugen kann. Es kommen zwar noch andere Pilze als Erreger dieser Krankheit in Betracht, doch scheint *Pythium* unter Umständen sehr starken Schaden anzurichten. So berichtet KARLSON[1]), dafs im Gouvernement Charkow 1880 am Wurzelbrande 10—15 %, 1883 etwa 50 %, 1884 mindestens 30, vielfach aber 70—80 % der jungen Rübenpflanzen zugrunde gegangen sind. In Deutschland verursacht die Krankheit 25 - 100 % Schaden. Wahrscheinlich wird der Pilz mit dem Samen übertragen, und KARLSON hat deshalb Versuche gemacht, die Samen zu beizen Diese Versuche zeigen nun zwar, dafs die Beizung den Schaden zu verringern vermag, aber es gehen doch immer noch ein Viertel bis ein Fünftel der Pflanzen verloren. Das erklärt sich wahrscheinlich daraus, dafs der Pilz sich auch im Erdboden befindet und von da aus die Pflanzen ergreift. KARLSON sieht aufserdem eine gewisse Schwäche und Kränklichkeit der Pflanze als Vorbedingung für die Erkrankung an.

Aufser den bereits genannten Pflanzen können auch andere Kulturpflanzen geschädigt werden; so hat ihn LOHDE, der ihn unter dem Namen *Lucidium pythioides* beschrieb, auch auf Keimlingen von *Stanhopea saccata* und *Sinapis*, PRIM auf *Impatiens Sultani*, SADEBECK an Lupinen und Erbsen, ROSTRUP auf Spargel beobachtet. Man könnte diese Liste leicht noch vergröfsern, wenn die in der Praxis vorkommenden Fälle sich immer auf die richtige Ursache zurückführen liefsen.

Eine der soeben besprochenen sehr ähnliche, vielleicht sogar damit identische Art kommt auf Prothallien von Schachtelhalmen vor und wurde von SADEBECK *Pythium Equiseti* genannt. Wahrscheinlich greift derselbe Pilz auch die Prothallien von Lycopodien und Farnen an. *P. proliferum* de By. findet sich auf faulenden Pflanzenteilen, sowie auf toten Insekten. Gröfseres Interesse beansprucht *P. hydnosporum* (Mont.) Schroet.; im Gegensatz zu den vorher genannten Arten besitzt diese stachlige Oogonien (Fig. 18, *2*). Sie findet sich bei Keimpflanzen stets in Gemeinschaft von *P. de Baryanum*, so dafs man annehmen mufs, dafs sie Verbindungen zu ihrer Ernährung braucht, die dieser Pilz erst bildet. Auch in faulenden Kartoffeln und Rüben hat man den Schmarotzer gefunden, in jenen stets mit *Phytophthora infestans* vergesellschaftet. Da beim Faulen des Gewebes das Mycel beider Pilze aufserordentlich undeutlich wird, so hat man lange Zeit gemeint, in den Stacheloogonien des *Pythium* die Dauersporen des Kartoffelfäulepilzes zu sehen. Auch *P. megalacanthum* de By. ist nur saprophytisch auf toten Keimpflanzen und besitzt ähnlich bestachelte Oogonien. Dagegen ist es auffallend, dafs die Zoosporen dieser Art in die Zellen der Prothallien von *Todea africana* einzudringen und sie abzutöten vermögen. Die übrigen Arten der Gattung, die nur als Saprophyten bekannt sind, können hier übergangen werden, zumal auch ihre Abgrenzung gegeneinander noch sehr unvollkommen bekannt ist.

---

[1]) Zeitschr. d. Ver. f. d. Rübenzucker-Industrie usw., 1891, S. 371, vergl. FRANK, Krankh. d. Pfl, 2. Aufl. II, S. 89.

Albuginaceae.

Die hierhergehörigen wenigen Arten der Gattung *Cystopus* (oder *Albugo*) unterscheiden sich durch die Konidienbildung sehr scharf von allen übrigen Peronosporineen, indem die Konidienträger sterigmenartig kurz bleiben und ein dichtes Lager bilden, das unter der Oberhaut der Nährpflanze angelegt wird. Die Konidienträger stehen meistens gruppenweise als letzte büschelförmige Äste einer Mycelhyphe beisammen und bilden an ihrer Spitze successive Konidien, die kettenförmig verbunden bleiben und zuletzt sich durch verquellende schmale Zwischenstücke trennen. Diese reihenweise Bildung der Konidien, wobei die oberste die älteste ist, bildet das Charakteristikum für *Cystopus*. Die Weiterentwicklung der Konidien erfolgt selten durch Keimschlauch, sondern in den meisten Fällen durch Zerteilung des Inhaltes zu Zoosporen, die zwei Geifseln besitzen und nach kurzem Schwärmen auskeimen. Die Oosporen sind kuglige, grofse Zellen mit einer Eizelle, die Antheridien keulige oder etwas unregelmäfsige, viel kleinere Zellen. Von diesen geht ein Befruchtungsschlauch in das Oogon bis in die Eizelle und führt den Kern in die letztere hinein. Die ziemlich verwickelten Kernvorgänge, welche vor und während der Befruchtung sich abspielen, sind von Stevens[1]), Ruhland[2]) u. a. genau untersucht worden und können hier nicht weiter berücksichtigt werden. Die reife Oospore hat eine dicke warzige Membran, die aus mehreren Schichten besteht und meist braun oder gelbbraun gefärbt ist. Nach der Ruhepause platzt die Aufsenhaut auf, und die innerste Membranschicht stülpt sich blasenförmig mit dem gesamten Inhalt heraus. Schon vorher war das Plasma in einzelne Teile zerklüftet worden, die sich allmählich voneinander trennen, sich eiförmig abrunden und nach Sprengung der Sporangienwand als zweigeifslige Schwärmer frei werden.

Obwohl *Cystopus* nur wenige Arten besitzt und selbst diese auf Kulturpflanzen keine besonders schädigenden Wirkungen ausüben, so müssen hier doch die wichtigeren Vertreter erwähnt werden, weil sie aufserordentlich auffällige Erscheinungen an den Nährpflanzen hervorrufen. Der häufigste Schmarotzer aus der Gattung ist *C. candidus* Pers., den weifsen Rost auf Cruciferen verursachend (Fig. 18, *6*). Die Konidienlager bilden unter der Oberhaut der Nährpflanze weifse Lager und Flecken, die häufig eine ziemlich grofse Ausdehnung besitzen und zu allerhand Beulenbildungen, Verbiegungen und Gallenproduktionen den Anlafs geben. Bei der Reife wird die Oberhaut zerrissen, und die Konidien werden dadurch frei. Dabei ist der Pilz in der Auswahl der Organe der Nährpflanze nicht wählerisch; er ergreift den Stengel, die Blätter, die Blütenteile und verschont selbst die Fruchtklappen nicht; häufig sieht eine kranke Pflanze wie mit Kalk bespritzt aus und fällt schon aus der Ferne dadurch auf. Wir finden den Pilz auf fast allen wilden Cruciferen, namentlich besonders häufig auf *Capsella bursa pastoris*. Indessen kommt es nicht selten vor, dafs auch die im Garten kultivierten Kreuzblütler unter dem Angriff des Schmarotzers zu leiden haben, ohne allerdings wirklich geschädigt zu werden. So werden Weifskohl, Kohlrabi, Blumenkohl, *Cochlearia Armoracia*, *Brassica rapus*, *Raphanus sativus*, *Camelina sativa* u. a. bis-

---

[1]) Gametogenesis and fertilization in Albugo in Bot. Gaz. XXXII, 1901, S. 77.

[2]) Studien über die Befruchtung der Albugo Lepigoni und einiger Peronosporeen in Pringsh. Jahrb. XXXIX, 1903, S. 135.

weilen heimgesucht und mehr oder weniger an den Blättern oder Blüten geschädigt. Bei dieser Art dringen die Schwärmsporen meist schon zu der jungen Keimpflanze ein und durchwuchern die gesamte Pflanze oder wenigstens das Organ, das sie während seines Jugendzustandes infiziert haben. Eine Bekämpfung des Pilzes ist wohl noch nicht versucht worden, dürfte wohl auch nur Erfolg versprechen, wenn die wildwachsenden Cruciferen, namentlich *Capsella*, in den Gemüsegärten ausgerottet werden. Erwähnt sei noch, dafs mit dem Cystopus häufig eine andere Peronosporee, *Peronospora parasitica* (Pers.) Tul., vergesellschaftet ist und sich an der Gallenbildung beteiligt.

Identisch mit *C. candidus* ist der weifse Rost von *Capparis spinosa*, *C. rupestris* und *Polanisia graveolens*, der früher als besondere Art *C. Capparidis* de By. aufgefafst wurde. Von anderen Arten wären noch zu nennen *C. Tragopogonis* (Pers.) Schroet., der auf vielen Kompositen vorkommt und die als Schwarzwurzeln angebauten *Scorzonera hispanica* und *Tragopogon porrifolius* schädigen kann. Auf Convolvulaceen ist in Amerika weit verbreitet *C. Jpomoeae panduranae* (Schwein.) Farl., der in den Südstaaten Nordamerikas die Bataten beeinträchtigt. *C. Bliti* Biv. kommt auf Amarantaceen vor und fällt bisweilen bei den in Gärten kultivierten Arten lästig. *C. Portulacae* D. C. befällt *Portulaca sativa* und *oleracea*.

Peronosporaceae.

Wie bei der vorigen Familie, so vegetiert das Mycel auch bei dieser innerhalb der Nährpflanze. Meistens kriecht es zwischen den Zellen; sehr selten durchbohrt es die Wandungen; stets sind Haustorien vorhanden, die meist als knopfförmig angeschwollene Seitenzweige in das Zelllumen hineinragen und das Plasma aussaugen. Die Konidien entstehen an je nach der Art eigentümlich ausgebildeten Konidienträgern, die entweder einfach sind oder baumförmig verzweigt sein können, an der Spitze der Äste einzeln oder auf kleinen sterigmenartigen Anhängseln an dem Ende des Stammes oder der Äste. Je nachdem die Konidien nach ihrem Abfallen zu einem Schwärmsporangium werden, oder mit Keimschlauch austreiben, werden die Gattungen unterschieden. Die Ausbildung der Oogonien und Antheridien findet im Innern des Gewebes der Nährpflanze statt; über die bei der Befruchtung sich abspielenden Kernvorgänge sei auf die oben citierte Arbeit von W. Ruhland verwiesen.

Die Familie enthält eine Reihe von aufserordentlich wichtigen Schmarotzern, von denen man behaupten kann, dafs ihr genaueres Studium den Hauptanstofs zur Entwicklung der modernen Lehre von den Pflanzenkrankheiten gegeben hat. Der Behandlung dieser Schmarotzer sei eine Übersichtstabelle über die Gattungen vorausgeschickt.

A. Konidien sich zu Schwärmsporangien direkt umbildend oder den Inhalt als Ganzes ausstofsend, der dann zu Schwärmern wird.
  a. Konidienträger bis zur Bildung der ersten Konidie einfach, dann weiterwachsend, sich verzweigend und weitere Konidien bildend: *Phytophthora.*
  b. Konidienträger vor der Konidienerzeugung fertig ausgebildet.
    I. Konidienträger einfach, am knopfförmig angeschwollenen Ende mit einigen einfachen sterigmenartigen Ästen: *Basidiophora.*

9*

II. Konidienträger baumförmig verzweigt:
1. Oosporen fest mit der Oogonwandung verwachsen: *Sclerospora.*
2. Oosporen frei: *Plasmopara.*

B. Konidien mit einem Keimschlauch keimend.
a. Konidien am oberen Ende mit einer Papille, zu der der Keimschlauch austritt: *Bremia.*
b. Konidien ohne Papille, Keimschlauch seitlich austretend: *Peronospora.*

Von der Gattung *Phytophthora* ist die wichtigste Art *P. infestans* (Mont.) de By., ein Pilz, der gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts auf den Kartoffeln in so bedrohlicher Weise auftrat, dafs dadurch ihre Kultur in Frage gestellt schien.

Makroskopisch bietet sich folgendes Krankheitsbild dar. Auf den Blättern zeigen sich zuerst kleine, gelbliche, später braun werdende Flecken, die häufig mit einem weifslich schimmernden Rand umgeben sind (Fig. 18, *4k*). Anfangs ist die ergriffene Blattsubstanz weich; später wird sie trocken und schwärzt sich. Die Flecken dehnen sich schnell über das ganze Blatt aus und bringen es in kürzester Zeit zum Absterben. Die Verbreitung der Krankheit findet bei feuchtwarmer Witterung derartig schnell statt, dafs innerhalb weniger Tage ganze Felder vernichtet werden können. Man bezeichnet dieses Stadium der Erkrankung als Brandflecken, Krautfäule, Krautverderbnis oder Schwarzwerden des Krautes. Bei feuchtem Wetter sind die erkrankten Flecken meistens von einem deutlichen weifsen Ringe umgeben, der von den Konidienträgern des Pilzes gebildet wird; bei trockener Witterung ist dieser Ring weniger deutlich oder fehlt ganz, er tritt aber sofort hervor, sobald man erkrankte Blätter kurze Zeit feucht hält. Da das Kartoffelkraut für die Knollenbildung die Nährstoffe assimilieren mufs, so wird die Bildung der Knollen naturgemäfs um so mehr beeinträchtigt oder ganz unterdrückt werden, je zeitiger im Jahre die Krankheit auftritt. Wenn deshalb die Epidemie schon im Juni oder Juli ausbricht, so wird der Schaden am gröfsten werden; findet aber die Erkrankung erst im August oder noch später statt, wenn bereits das natürliche Absterben des Krautes beginnt, so wird auch der angerichtete Schaden nicht mehr so bedeutend sein. Im allgemeinen wird der Pilz zeitiger auftreten, wenn die Witterung feuchter und wärmer als gewöhnlich ist, und eher auf tiefgelegenen Feldern. Bei höherer und luftigerer Lage erfolgt der Angriff meist erst gegen Ende des Sommers, wodurch dann die Schädigung viel geringer wird.

Der Pilz beschränkt sich nun nicht blofs auf die oberflächlichen Teile der Kartoffelpflanze, sondern ergreift auch die Knollen. Über die dadurch hervorgerufenen Fäulniserscheinungen soll nachher gehandelt werden, nachdem wir uns erst die Entwicklung des Schmarotzers näher betrachtet haben.

Untersucht man die Blattflecken mikroskopisch, so findet man im Mesophyll des Blattes, zwischen den Zellen reichlich wuchernd, das Mycel, das einzellige, stellenweise verzweigte und reich mit Plasma gefüllte Schläuche von 3 bis 4,5 μ Dicke darstellt. Haustorien werden meistens nicht gebildet. Vom Infektionspunkte aus wächst das Mycel centrifugal im Blattgewebe weiter. Das Gewebe verliert seinen Turgor und erweicht; darauf erfolgt das völlige Absterben, indem die Zellen zusammenfallen und ihr Inhalt sich desorganisiert und bräunt, auch die

Zellmembranen werden braun. Wenn das Gewebe völlig tot ist, so zeigt sich auch das Pilzmycel abgestorben, ein Zeichen dafür, dafs lediglich die Giftwirkung des Mycels die Zellen zum Absterben bringt. In der Zone seines üppigsten Wucherns, also am Rande der Flecken, bildet das Mycel die Konidienträger aus. Zu ihrer Bildung entsendet das Mycel einen kurzen Seitenast zu einer Spaltöffnung nach aufsen. Derselbe bleibt entweder unverzweigt oder bildet unmittelbar über der Oberfläche des Blattes ein Bündel von Zweigen, die gerade nach aufsen wachsen. An den Stellen des Blattes, wo keine oder wenige Spaltöffnungen vorhanden sind, z. B. an den Rippen und der Oberseite, schieben sich die Träger auch zwischen zwei Epidermiszellen hervor. Die Träger bleiben zunächst unverzweigt und erzeugen durch Anschwellung ihrer Spitze eine citronenförmige Konidie, die sich durch eine Querwand so abgliedert, dafs noch ein kleines Stückchen Träger mit inbegriffen wird (Fig. 18, *5*). Dadurch erscheint sie wie mit einem kleinen Stielchen versehen. Es folgt dann ein weiteres schnelleres Wachstum der Spitze des Trägers, wobei die Konidie beiseite geschoben wird und nun seitlich ansitzt. War der Träger von vornherein in mehrere aufrechte Äste zerspalten, so erfolgt an jeder Astspitze das geschilderte Konidienwachstum. Der Vorgang der Konidienbildung kann sich an jedem Aste mehrmals wiederholen, wodurch dann eine grofse Zahl von seitlich ansitzenden Konidien resultiert, bis der Träger erschöpft ist. Die Konidien fallen sehr leicht ab, da sie nach der Beiseiteschiebung nur noch locker ankleben; man kann aber ihre Zahl sehr leicht feststellen, da der Träger bei der Erzeugung jeder Konidie eine leichte Anschwellung bildet.

Die Konidien haben etwa citronenförmige Gestalt; ihre Membran ist farblos, derb und an der Spitze verdickt, der Inhalt ist hyalin. Die Länge der Konidie beträgt 27 bis 30 μ, die Breite 15 bis 20 μ. Wenn eine solche Konidie abgefallen und in feuchte Umgebung gelangt ist, so platzt die Membran auf (Fig. 18, *8 a*), und der Inhalt tritt in Form von ovalen, einseitig etwas abgeplatteten, membranlosen Zellen (Fig. 18, *8 b*) hervor, die mit zwei seitlich ansitzenden Wimpern versehen sind, mit deren Hilfe sie sich im Wasser drehend fortbewegen (Fig. 18, *8 zg*). Gewöhnlich werden 10 (6 bis 16) Zoosporen gebildet. Nach einer halben Stunde gelangen sie zur Ruhe und treiben einen Keimschlauch aus. In seltenen Fällen kommt es vor, dafs die Konidie (*sp*) direkt in einen Schlauch austreibt (Fig. 18, *7 m*), oder dafs sich erst eine sekundäre Spore bildet (Fig. 18, *7 c*), die aus der Spitze des einfachen, kurzen Keimschlauches entsteht. Ob äufsere Verhältnisse, etwa direkte Sonnenstrahlung, für das Auftreten dieser anormalen Bildungen mafsgebend sind, wurde bisher nicht festgestellt.

Kommt nun eine auskeimende Zoospore auf ein Kartoffelblatt, so wächst der Keimschlauch in eine Spaltöffnung hinein oder bohrt sich durch die Wandung einer Epidermiszelle (Fig. 18, *9*), um ins Innere des Blattgewebes zu gelangen. Die durchbohrte Stelle wird braun, ebenso färben sich oft die angrenzenden Zellen, ohne dafs sie von einem Pilzfaden berührt werden. Das Chlorophyll wird zerstört, die Stärke aufgelöst, und der Zellinhalt wird braun und humos. Weitere Fortpflanzungsorgane des Pilzes hat man bisher nicht aufgefunden.

Besonders wichtig für die Schädlichkeit ist nun der Umstand, dafs der Pilz auch die Knollen primär infizieren kann. An den frischen Knollen treten bräunliche, etwas eingesunkene, verschieden grofse

Flecken an der Schale auf. Zerschneidet man die Knolle an einer solchen Stelle, so sieht man nur eine schmale Schicht des äufseren Gewebes gebräunt, während der übrige Teil noch gesund ist. Bisweilen sind äufserlich überhaupt keine Spuren der Infektion zu sehen; höchstens treten kaum merklich mifsfarbige Stellen auf. Trotzdem sieht man auch in solchen Fällen auf Durchschnitten einzelne kleine, isolierte oder zusammenhängende braune Stellen in der Rindenpartie bis zu den Gefäfsbündeln. Wenn die Feuchtigkeit die Ausbreitung des Mycels begünstigt, so wird in kurzer Zeit die ganze Knolle krank; in anderen Fällen dagegen breitet sich die Zersetzung erst während der Zeit der Winteraufbewahrung allmählich aus. Solange wir es bei den Knollen mit einer reinen Wirkung der Phytophthora zu tun haben, spielen sich in den Zellen die nämlichen Absterbungserscheinungen wie im Blattgewebe ab. Der Plasmainhalt wird teilweise gelöst, teilweise gebräunt, die Membranen humifizieren, die Proteïnkristalle bräunen sich, und die Stärkekörner werden ganz oder teilweise gelöst unter Bildung von Zucker. Bei diesem Lösungsvorgang werden die Körner nicht rissig oder zerklüftet, sondern spindel- bis nadelförmig, was auf die allmähliche Lösung von aufsen durch abgeschiedene Stoffe schliefsen läfst. Die Knolle bleibt dabei hart, sie mumifiziert und zeigt die typischen Erscheinungen einer Trockenfäule. Dafs es sich hier um unseren Pilz handelt, kann man dadurch beweisen, dafs sich bei Feuchtlegen von Kartoffelstücken die typischen Konidienträger entwickeln.

Diese geschilderten Erscheinungen treten nun in den wenigsten Fällen rein auf, sondern es finden sich, wie bei allen Fäulnisvorgängen, im Boden allerhand andere Pilze ein, welche den ganzen Vorgang verwischen können. Wie schon bei der durch Bakterien hervorgerufenen Nafsfäule der Kartoffelknollen (S. 73) hervorgehoben wurde, sind viele andere Fadenpilze als Begleiter der Kartoffelfäulen nachgewiesen worden. Es ist daher nicht immer leicht, über die sich bei der Fäule abspielenden Vorgänge ein klares Bild zu gewinnen, namentlich wenn bei Anwesenheit der Bakterien das Verfaulen in aufserordentlich beschleunigtem Tempo verläuft. Gewinnen die Bakterien die Überhand, so verjauchen die Knollen zu einem übelriechenden Brei im Innern, der durch die äufsere Korkschale zusammengehalten wird, bis das Ganze zusammentrocknet und dann äufserlich das Bild der Trockenfäule gewährt. Solche Bakterienfäulen sind aber stets leicht daran zu erkennen, dafs die Stärkekörner unverletzt und die Zellmembranen aufgelöst sind. Aus den Untersuchungen von Reinke und Berthold[1]) geht hervor, dafs auf den durch *Phytophthora* trockenfaulen Knollen sich viele andere Schimmelpilze saprophytisch ansiedeln können, von denen die wichtigsten *Fusisporium Solani* Mart., *Spicaria Solani* Harting, *Verticillium alboatrum* Rke. et Berth. sind. Sie gehören als Konidienformen teilweise zu *Hypomyces*- und *Nectria*-Arten und unterscheiden sich durch ihr septiertes Mycel leicht von dem Kartoffelschimmel. Alle diese Pilze sind für sich allein nicht imstande, gesunde Kartoffeln krank zu machen, sondern vermögen sich erst auf dem durch *Phytophthora* für sie vorbereiteten Nährboden anzusiedeln. Dadurch erweisen sie sich als harmlose Saprophyten, die nur unter gewissen Bedingungen die Zersetzung des Kartoffelgewebes zu beschleunigen vermögen.

Anders dagegen verhält sich die Knolle gegenüber der Phyto-

[1]) Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Berlin 1879.

phthora. Schon die älteren, ziemlich einfach angestellten Versuche von Speerschneider[1]) zeigten, dafs sich gesunde Knollen infizieren liefsen, wenn sie mit kranken Laubstücken in enge Berührung gebracht wurden. Seitdem haben zahlreiche Versuche anderer Forscher die Richtigkeit dieser Tatsachen bestätigt, allerdings mit der Einschränkung, dafs stets die entsprechende Feuchtigkeit vorhanden sein mufs, wenn die Übertragung gelingen soll. Auf dem Felde findet die Infizierung der Knollen natürlich von dem erkrankten Laube her statt; indessen dürfte es wohl gar nicht oder nur höchst selten vorkommen, dafs das Mycel von den Stengeln in die Knollen hinabsteigt. Die Infektion erfolgt vielmehr durch abgefallene Konidien, die in den Boden gelangen und hier ihre Schwärmsporen ausbilden. Sobald im Boden die nötige Feuchtigkeit vorhanden ist, erfolgt die Auskeimung der Schwärmer auf der Oberfläche der Knollen und das Eindringen der Keimschläuche. Wahrscheinlich findet das Eindringen des Pilzes an den Augen statt; ist er erst einmal im Innern der Knolle, so vermag er alle Teile zu durchwuchern, ohne an eine bestimmte Gewebeform gebunden zu sein[2]). Indessen scheint der junge Keimschlauch aufserdem auch die Fähigkeit zu besitzen, die Periderm- und Korkschichten durchbohren zu können; so zeigt Fig. 18, *9* einen Pilzfaden, der die Korkschicht durchbohrt hat und nun ins Innere wächst. Sofort nach dem Eindringen kann der Pilz zur Konidienbildung schreiten, wenn die entsprechenden äufseren Umstände gegeben sind. So findet die Ausbildung der Träger nur an der Luft, also aufserhalb der Pflanze, statt. Bei höheren Temperaturen, namentlich 20 bis 25 ^{0}, und bei sehr hohem Feuchtigkeitsgehalt der Luft geht die Konidienbildung sehr üppig vor sich. Aus dieser Erkenntnis ergibt sich, wie wir später sehen werden, ein Mittel, um die Verbreitung des Schmarotzers im Winterlager der Kartoffeln möglichst zu verhüten.

Wie schon oben gesagt wurde, hat man trotz des eifrigsten Suchens noch keine Oosporen des Pilzes aufgefunden, so dafs seine Erhaltung von einem Jahre zum anderen ausschliefslich durch das in den Knollen überwinternde Mycel erfolgen mufs. Zwar wollte W. G. Smith[3]) in den kranken Kartoffelblättern Oogonien und Antheridien gefunden haben, doch wies A. de Bary[4]) kurz darauf nach, dafs niemals andere Fruchtorgane auftreten als die Konidien. Was Smith und vor ihm schon andere Beobachter als Dauersporen gedeutet haben, waren nur Oosporen von *Pythium*-Arten (Fig. 18, *2*), die sich als Saprophyten in dem faulenden Pflanzengewebe eingefunden hatten. Die Keimdauer der Konidien ist nach den Versuchen von L. Hecke eine sehr beschränkte, namentlich bei Trockenheit erlischt sie schnell; jüngere Konidien werden dabei stets zu Zoosporangien, ältere dagegen keimen mit Keimschlauch aus. Daraus geht also hervor, dafs die Erhaltung der Art durch die Konidien nur in sehr unvollkommener Weise gewährleistet wird, denn jede Periode trockenen Wetters vernichtet sie schnell und läfst eine ausgebrochene Epidemie zum Erlöschen kommen.

Da aus den angeführten Gründen die Erhaltung der Art scheinbar

---

[1]) Die Ursache der Erkrankung der Kartoffelknolle durch eine Reihe Experimente bewiesen in Botan. Zeit. XV, 1857, S. 121

[2]) Vergl. L. Hecke, Untersuchungen über Phytopthora infestans de By. als Ursache der Kartoffelkrankheit im Journ. f. Landwirtsch. 1898, S. 71 u. 97.

[3]) The resting-spores of the Potato disease in Garden. Chron. July 1875.

[4]) Researches into the nature of the potato-fungus, Phytophthora infestans in Journ. of Botany 1876, S. 105.

nur in recht unvollkommener Weise gewährleistet ist, so verlohnt es sich, näher auf die Übertragung der Krankheit einzugehen, um dadurch ein Urteil für die merkwürdige Tatsache zu gewinnen, dafs trotzdem der Pilz eine so allgemeine und schnelle Verbreitung besitzt.

Wie wir sehen, wird die Knolle durch die Konidien infiziert, die durch jeden Regentropfen von den Blättern abgewaschen und in die Erde transportiert werden können. Solche bereits vom Pilze angesteckte Knollen sehen äufserlich vollkommen gesund aus; erst im Aufbewahrungsraume während des Winters bildet sich die Krankheit allmählich heraus und überträgt sich durch die aufserhalb der Knolle erzeugten Konidien auch auf gesunde Kartoffeln. Solche spät in der Miete infizierten Knollen zeigen dann häufig äufserlich nur schwer oder nicht erkennbare Spuren der Krankheit und werden als gesundes Saatgut wieder auf den Acker gebracht, wo es dann bei den für den Pilz günstigen Witterungsbedingungen nicht selten geschieht, dafs die Mycelfäden in die jungen Triebe hineinwachsen. Dafs die Krankheit von solchen Mutterknollen sowohl in die oberirdischen als in die unterirdischen Triebe hineingelangen kann, dafür sprechen die Erscheinungen, dafs schon ganz jugendliche Stengel unter den Symptomen der Krankheit absterben, und dafs bei den Knollen mit langen Ausläufern sich beobachten läfst, wie die der Mutterknolle zunächst liegenden neuen Kartoffeln zuerst erkranken und dann später erst die weiter entfernt entstehenden. Direkt nachgewiesen im Laboratorium wurde dieses Hineinwachsen des Mycels in die jungen Triebe schon 1861; im Jahre 1875 wiederholte A. de Bary den Versuch im Freien, indem er im März infizierte Knollen im April ins Freiland pflanzte. Einige von den ausgetriebenen Sprossen wurden durch das nachweisbare Mycel des Kartoffelpilzes krank.

Die Verbreitung der Krankheit auf den oberirdischen Trieben findet durchaus nicht immer gleichmäfsig zu allen Zeiten und bei allen Sorten statt, sondern es existieren manche Verschiedenheiten, auf die J. Kühn[1]) zuerst hingewiesen hat. Er beobachtete nämlich, dafs die in ihrer Entwicklung verschieden weit fortgeschrittenen Varietäten gleichzeitig, aber in sehr verschiedenem Grade erkrankten. Als Erklärung für diese eigentümliche Erscheinung gibt Kühn an, dafs zwei bestimmte Zeitabschnitte im Leben der Kartoffel existieren, in denen die Pflanze am empfindlichsten für die Krankheit ist. Der erste Zeitpunkt ist die Jugend. Junge Triebe erliegen am schnellsten der Krankheit; ausgewachsene dagegen zeigen eine grofse Widerstandsfähigkeit. Nach diesem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium soll aber nach Kühn wieder eine Periode grofser Empfindlichkeit eintreten; findet sich diese Periode nebst günstigen Entwicklungsbedingungen für den Pilz Ende Juli oder Anfang August ein, so sieht man die in der Ausbildung vorgeschrittenen Frühkartoffeln schnell durch den Parasiten absterben, während er auf anderen Sorten um so langsamer Platz greift, je spätreifender sie sind. Auch frühreife Sorten, die aufsergewöhnlich spät gelegt sind, haben von der Krankheit wenig zu leiden, während dieselben Sorten, in der gewöhnlichen Zeit gelegt, bald vom Pilz zerstört werden. Dafs der Ausbruch der Krankheit weniger an die Felder als an ein bestimmtes Stadium der Laubentwicklung gebunden erscheint,

[1]) Berichte aus dem physiol. Laboratorium u. der Versuchsanstalt des Landwirtschaftlichen Instituts der Univ. Halle 1872, S. 81 ff.

geht auch aus Beobachtungen von BÜCHNER[1]) hervor, die er mehrere Jahre hindurch gemacht hat. Nach ihm befinden sich die Frühkartoffeln meist in dem empfänglichen Stadium der Laubentwicklung, wenn der Pilz wie gewöhnlich im Jahre auftritt; daher wurden diese stark befallen, die mittelfrühen wenig und die späten Sorten gar nicht. In einem anderen Jahre war nun feuchtwarmes, dem Pilzwachstum günstiges Wetter später aufgetreten, als gerade das Laub der Spätkartoffeln in dem kritischen Stadium war; infolgedessen wurden diese stark befallen. Dagegen behielten aber die Kartoffeln auf einer Stelle, wo sie sehr spät gelegt waren, ihr grünes Laub. BÜCHNER erklärt diese Erscheinung damit, dafs die rechtzeitig gesteckten Kartoffeln ihre alten Triebe bereits in Reifestillstand versetzt hatten und neue austrieben, die nun der Krankheit schnell zum Opfer fielen; bei den spät gesteckten dagegen war das Wachstum der alten Stengel noch nicht erloschen und das alte Laub daher resistent gegen die Krankheit. Jedenfalls geht, wenn wir von der Richtigkeit dieser oder jener Erklärung absehen, daraus hervor, dafs die verschiedenen Sorten in ihrer Entwicklungsperiode nicht immer gleich empfänglich und gleich resistent sind. Es mag hier gleich darauf hingewiesen werden, dafs diese Beobachtungen mit der verschiedenen Empfänglichkeit der einzelnen Kartoffelsorten nichts zu tun haben; darauf kommen wir später noch zu sprechen.

Es unterliegt also keinem Zweifel, dafs das Mycel imstande ist, aus der Knolle in die jungen Triebe hineinzuwachsen; indessen spielen hier doch gewisse äufsere Verhältnisse mit, welche die Infektion erst ermöglichen. Dafs die Ansteckung nicht notwendig zu sein braucht, geht daraus hervor, dafs aus kranken Knollen gesunde Pflanzen erwachsen. Wenn nämlich das Mycel zwar in der Knolle sitzt, aber zur Zeit, wo die Triebe noch jung sind und von der Mutterknolle ernährt werden, nicht bis in die wachsenden Augen gelangt, so bleiben die Triebe gesund. Aufserdem mufs das Wachstum des Mycels durch äufsere Agentien beschleunigt werden, wenn es in den jungen Trieb hinüberwuchern soll. Solch ein begünstigendes Moment ist, wie schon A. DE BARY hervorhebt, die Feuchtigkeit. Sobald für längere Zeit Trockenheit eintritt, steht die Phytophthora in ihrem Wachstum still, während die Nährpflanze natürlich weiterwächst und durch das Erstarken ihrer Gewebe dem Pilze keinen Angriffspunkt mehr gewährt. Dann wird der Schmarotzer wirkungslos und geht schliefslich zugrunde.

Wir können uns davon etwa folgende Vorstellung machen. Wenn nafsfaule Kartoffeln, deren weitere Zerstörung durch trockene Aufbewahrung sistiert worden ist, spät in den Boden gebracht werden, so haben sich die Triebe im Aufbewahrungsraum schon entsprechend entwickelt und werden durch die vorgeschrittene Jahreszeit noch mehr in ihrer weiteren Entfaltung begünstigt. Dieses schnelle Wachstum wird sich namentlich darin zeigen, dafs die Wurzeln, die um jedes Auge angelegt werden und nur durch die Trockenheit bisher zurückgehalten wurden, sich schnell strecken und dem jungen Trieb Nahrung zuführen. Der dadurch schon grofsenteils von der Knolle emanzipierte Trieb erstarkt und reift schnell, da die höhere Tagestemperatur und der intensivere Lichteinflufs schnellere Verdickung der Zellwände hervorrufen, namentlich im ältesten Teil an der Basis des Triebes. Wenn jetzt das Mycel sich zu erneuter Tätigkeit erholt und nach den Augen

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. V, 1895, S. 98.

hinwächst, so findet es statt der jugendlichen dünnen Membranen und des reichlichen Plasmainhaltes starre und meist schon verholzte Membranen und einen stickstoffarmen Zellinhalt. Selbst wenn also das Mycel die Zellwände durchbohren sollte, wozu es ja die Fähigkeit hat, so reicht doch der Inhalt der Zellen nicht zur üppigen Ernährung aus, und das Mycel verkümmert allmählich.

Im jungen Triebe sind natürlich die Verhältnisse ganz anders, und wenn der Pilz zeitig genug an die Basis eines solchen herangekommen ist, so wächst er mit ihm in die Höhe. Wenn KÜHN für die Kartoffelpflanze, wie oben gesagt, noch eine zweite Empfänglichkeitsepoche annimmt, so findet diese Voraussetzung nur dann ihre natürliche Erklärung, wenn ebenfalls ein geeignetes Nährmaterial in Form jugendlichen, kräftig vegetierenden Pflanzengewebes zu Gebote steht. Solange die Pflanze unter normalen Bedingungen sich der Reife nähert, werden die älter werdenden Stengel immer weniger Nährmaterial und immer ungünstiger werdende Ansiedlungsbedingungen darbieten. Die Schnelligkeit des Reifens hängt von der Gröſse der Zufuhr von Wärme und Licht ab; auch der trockene Boden begünstigt während der warmen Jahreszeit die Reife.

Setzen nun während des Höhepunktes der Vegetationsperiode starke Regengüsse ein, so wird die Pflanze in neue Wachstumsenergie versetzt, die sich in verschiedener Art zu äuſsern vermag. Bei den früh gelegten Knollen ist das Wachstum der Triebe fast erloschen, und die Gewebe sind mit Ausnahme der Augen in Dauergewebe übergegangen. Die der Reife nahen Triebe haben sich schon etwas zur Erde geneigt. Der Druck des plötzlich neu hinzugekommenen Bodenwassers wird nun die Augen, die an der Basis der niederliegenden Zweige sich finden, zur Entwicklung anregen. Diese jungen Triebe bilden aber den prächtigsten Nährboden für die Phytophthora. Bei spätgelegten Knollen wird dagegen das Wachstum der Triebe noch nicht völlig abgeschlossen sein. Kommt jetzt noch das reichliche Wasser hinzu, so nehmen die Triebe ihr Fortwachsen mit erhöhter Energie auf. Hier wird also das Wachstum auf den ganzen Trieb ausgedehnt und nicht auf einzelne Augen beschränkt; dadurch natürlich bietet die Pflanze weniger Angriffspunkte für den Pilz dar. Auf diese Weise erklärt sich die scheinbar so eigentümliche Tatsache, daſs die früh gelegten Knollen mehr leiden als die spät gelegten.

Nach dem vorhin Gesagten kann es als bewiesen gelten, daſs die Übertragung der Krankheit von einem Jahre aufs andere nur durch die kranken Knollen erfolgt. Wird dadurch nur ein einziger junger Trieb infiziert, so ist dieser imstande, das ganze Feld anzustecken. Bei der Ausbreitung der Krankheit muſs vielfach die örtliche Lage des Feldes in Betracht gezogen werden. Bricht auf einem höher gelegenen Feld die Epidemie zuerst aus, so können durch den Wind die Konidien auf tiefer gelegene Felder geweht werden. Unter Umständen leiden daher diese mehr als der höher gelegene Infektionsherd. Die Knollen werden dann am meisten angesteckt werden, wenn die Konidien durch Regengüsse in den Boden hinabgespült werden.

Nachdem wir die Krankheit genauer kennen gelernt haben, wollen wir, bevor die Bekämpfungs- und Verhütungsmaſsregeln besprochen werden, kurz einen Blick auf ihre Geschichte werfen. In der Mitte der vierziger Jahre des vorigen Jahrhunderts trat die Krankheit in besorgniserregender Weise in Europa auf, nachdem 1843 und 1844 in Nordamerika eine groſse Epidemie vorangegangen war. Begünstigt

durch den nafskalten Sommer des Jahres 1845 breitete sie sich mit unheimlicher Schnelligkeit über alle kartoffelbauenden Länder aus und bedrohte die Kultur dieser für die Ernährung breiter Volksschichten so wichtigen Pflanze. Indessen war die Erkrankung, wenn auch mehr lokaler Natur, sicher schon seit etwa 1830 nach Martius in Deutschland bekannt. Mit gleicher Heftigkeit wütete sie nun etwa bis 1850, liefs dann aber allmählich nach, namentlich nachdem man energisch von seiten der Wissenschaft und der Praxis ihr Studium und damit ihre Bekämpfung in Angriff genommen hatte. Der Pilz selbst ist wohl zuerst von der bekannten Mykologin Madame Libert gesehen worden und wurde *Botrytis devastatrix* von ihr benannt, aber nicht veröffentlicht. Erst C. Montagne hat dann genauere Nachrichten 1845 über den Pilz gegeben und ihn *Botrytis infestans* benannt. Von dieser Zeit an häufen sich die Arbeiten über die Erkrankung, ohne dafs man aber den Zusammenhang zwischen ihr und dem Pilze nach jeder Richtung hin klar erkannte. Die Untersuchung des Laubes und der Knollen zeigte, dafs aufser dem Kartoffelpilz noch eine grofse Zahl anderer Fadenpilze vorhanden war, deren Beteiligung bei der Erkrankung man von vornherein annahm. Auch die Identität der Laub- und Knollenerkrankung wurde erst allmählich erkannt. Besondere Verdienste in der Erforschung der Krankheit erwarben sich aufser Montagne: Harting [1]), Unger [2]), Caspary [3]), Schacht [4]), Speerschneider [5]). Derjenige aber, der zuerst die Krankheit nach jeder Richtung hin aufklärte, war A. de Bary [6]), der in einer Reihe von bedeutsamen Arbeiten die Ursache, Übertragung, Verbreitung und Bekämpfung studierte. Gleichzeitig wurde auch die Krankheit von praktischen Gesichtspunkten aus eingehend untersucht; hier wären namentlich J. Kühn, Märcker, Sorauer u. a. zu nennen, die besonders die prädisponierenden Einflüsse und die Bekämpfung auf dem Felde berücksichtigten. In neuester Zeit hat man die Bekämpfung durch Spritzmittel in den Vordergrund gerückt, worüber weiter unten das Nötige zu sagen sein wird. In den letzten Jahrzehnten hat die Krankheit entschieden viel von ihrem verheerenden Charakter eingebüfst und tritt nur hier und da noch mit gröfserer Heftigkeit auf, obwohl sie durchaus nicht als erloschen zu betrachten ist.

Die Heimat des Pilzes ist Amerika, wo er auf der wilden Kartoffel in Chile auftritt und noch andere Solanaceen befällt.

Wenn wir uns jetzt zu den Bekämpfungs- und Verhütungsmitteln wenden, die in Anwendung gekommen sind, so sind dabei das Vorkommen auf Solanaceen überhaupt, die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Kartoffelsorten, die Düngung und Bearbeitung des Bodens und endlich die Sterilisation des Saatgutes und die Bespritzung des Laubes mit fungiciden Mitteln zu berücksichtigen. Diese Punkte sollen jetzt der Reihe nach besprochen werden.

Da man Oosporen des Kartoffelpilzes auf der Kartoffelpflanze nicht

---

[1]) Recherches sur la nature et les causes de la maladie des pommes de terre in Nieuwe Verh. eerste Kl. Nederl. Inst. Amsterdam XII, 1846.

[2]) Botan. Zeit. V, 1847, S. 314.

[3]) Monatsber. d. Berliner Akademie 1855

[4]) Bericht über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten. Berlin 1854.

[5]) Die Ursache der Erkrankung der Kartoffelknolle durch eine Reihe Experimente bewiesen in Bot. Zeit. XV, 1857, S. 121.

[6]) Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit. Leipzig 1861. Researches into the nature of the potato-fungus in Journ. Roy. Agric Soc. London 2 ser. XII, 1876; ferner Journal of Botany 1887, Botan. Zeit. 1881 und andere Aufsätze.

gefunden hatte, so vermutete de Bary, dafs sie sich vielleicht auf anderen Pflanzen finden liefsen. Man hat deshalb auf das Vorkommen des Pilzes eine ganze Anzahl wilder und kultivierter Solanaceen untersucht, aber ohne Erfolg. Dagegen hat man gefunden, dafs die Konidienträger sich bei anderen Solanaceen finden, bei denen dann eine ganz ähnliche Krankheit wie bei der Kartoffel zum Ausbruch kommt. Auf südamerikanischen Solanaceen, also auf Pflanzen, welche dieselbe Heimat wie die Kartoffel haben, hat man den Pilz besonders verbreitet angetroffen. So wurde er auf *Solanum etuberosum, caripense, utile, stoloniferum, Maglia, verrucosum,* ferner auf dem Bastard *tuberosum* × *utile* und auf der australischen Art *S. laciniatum,* sowie auf *Petunia hybrida* und *Datura Metel* gefunden. Auch auf unser heimisches *S. Dulcamara* geht er über, nicht aber auf *S. nigrum* und andere Unkräuter. Ferner wurde er beobachtet auf den Scrophulariaceen *Anthocercis viscosa* von Berkeley und *Schizanthus Grahami* von de Bary. In letzterem Falle erscheint es wohl sicher, dafs er erst von der Kartoffel übertragen worden ist. Aufserdem trifft man ihn häufig auf Tomaten; namentlich macht er sich in Nordamerika darauf unliebsam bemerkbar. E. Marchal hat in Belgien eine Fruchtfäule der Tomaten beobachtet, die grofsen Schaden verursachte und von der Phytophthora herrührte; indessen ging sie merkwürdigerweise niemals auf die Blätter über. Endlich wäre noch zu erwähnen, dafs G. v. Lagerheim[1]) in Ecuador bei *Solanum muricatum,* das wegen seiner schmackhaften Früchte (Pepinos) häufig angebaut wird, eine Fruchtfäule beobachtet hat, die von dem Kartoffelpilz verursacht wird. Aus der Liste dieser Nährpflanzen wird es ersichtlich, dafs die Kartoffel bei uns kaum durch wildwachsende Pflanzen infiziert wird, sondern dafs vielmehr der Pilz von der Kartoffel erst auf sie übergeht. Durch Vernichtung der auf dem Felde wachsenden Nachtschattenarten ist also kein Schutz gegen die Krankheit zu erwarten.

Über die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Kartoffelsorten gegen die Kartoffelfäule sind zahlreiche Untersuchungen angestellt worden, aus denen hervorgeht, dafs einzelne Sorten eine verschiedene Empfänglichkeit zeigen.

P. Sorauer[2]) kam schon früher durch ziemlich lange Zeit fortgesetzte Versuche zur Bestätigung der von vielen Praktikern ausgesprochenen Erfahrung, dafs die dünnschaligen, weifsen Sorten eine gröfsere Neigung zum Erkranken zeigen als die dickschaligen, roten Varietäten[3]). Die weifsen Sorten sind aber durchschnittlich stärkeärmer als die roten; sie besitzen mehr Proteïnkristalle[4]) und wahr-

---

[1]) La enfarmedad de los pepinos, su causa y sa curación in Revista Ecuatoriana II, 1891, Nr. 24; cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. II, 161.

[2]) Kartoffeluntersuchungen in Neue landwirtsch. Zeit. v. Fühling. 20. Jahrg., Heft 7 u. 8.

[3]) Noch näher festzustellen ist eine von Fish (Gardener's Chronicle 1873, Nr. 12, S. 403) ausgesprochene Erfahrung, dafs eine Kartoffelsorte um so zarter, je weniger gefärbt dieselbe ist. Diese Beziehung zwischen Farbe und Kräftigkeit soll sich auch auf das Kraut beziehen Je matter grün das Kraut, desto weniger lebenskräftig die Pflanze. Pflanzen, die fast schwarzgrünes Laub haben, sollen der Krankheit am besten widerstehen. Bei anderen Pflanzen hat Sorauer allerdings auch beobachtet, dafs lockerer, stickstoffarmer, aber wasserreicher Boden helles und weniger widerstandsfähiges Laub erzeugt.

[4]) P. Sorauer in Annalen d. Landw. in d. preufs. Staaten. Wochenbl. 1871, Nr. 8.

scheinlich mehr gelöste Kohlehydrate als die roten, welche dagegen häufig mehr und stärker verdickte Steinzellen in der Knollenrinde aufzuweisen haben. Daraus geht hervor, dafs eine Varietät nicht nur gestaltlich, sondern auch stofflich von einer anderen abweicht. Wenn die Erfahrung lehrt, dafs die *Phytophthora* nur bestimmte Sorten ganz besonders heimsucht, so heifst das nichts anderes, als dafs der Schmarotzer in diesen Sorten einen besonders zusagenden Nährboden findet. Insofern läfst sich also sagen, eine Sorte ist mehr prädisponiert zur Krankheit. Da nun die Kultur durch die teils absichtlich, teils absichtslos alljährlich geänderten Vegetationsbedingungen immer neue Varietäten schafft, überhaupt die Varietätenbildung begünstigt, so erzeugt sie allerdings vielfach solche Sorten, welche dem Pilze eine recht zusagende Unterlage abgeben und infolgedessen fast überall erkranken. Auf solche Tatsachen stützen sich diejenigen, welche behaupten, die Kultur schaffe eine Prädisposition zur Krankheit. Diese Behauptung ist aber sehr einseitig. Dafs wir die einzelnen Vegetationsfaktoren in ihrem Einflusse auf die Kulturpflanze noch nicht genügend zu regeln verstehen und bald einen Mangel, bald einen Überschufs des einen Faktors haben, der sich nachher im Produkte, in der Kulturpflanze, abspiegelt und dieselbe unter Umständen für Krankheiten empfänglicher macht, das ist ein Vorwurf, der nicht der Kultur, sondern unserem mangelhaften Wissen gemacht werden mufs.

Um gewisse Gesichtspunkte für die Beurteilung dieser Frage zu gewinnen, hat P. Sorauer eine grofse Zahl von Untersuchungen unternommen. Sie wurden ausgeführt, indem dieselben Sorten in sowohl nach ihrem spezifischen als absoluten Gewichte bestimmten Knollen auf gedüngtes und ungedüngtes Land, bald in Gräben, bald auf Wälle gelegt wurden.

Die Resultate weisen darauf hin, dafs wir, abgesehen von den atmosphärischen Einflüssen, vorzugsweise in der Kultur den Faktor haben, welcher sich in der Ernte widerspiegelt. Die Kultur hat in den verschiedenen Kartoffelvarietäten ein Saatgut geschaffen, das in zwei Gruppen annähernd zusammengefafst werden kann. Die eine Gruppe enthält die weifsen und blauen Knollen, die andere die rotschaligen Sorten. Die Gruppen gehen unmerklich ineinander über, und die Unterscheidungszeichen gelten nur im allgemeinen. Sie bestehen für die weifsen Varietäten in einer dünneren Korkschale, einem geringeren Stärkereichtum, einer gröfseren Empfänglichkeit für die Krankheit und einem gröfseren Anpassungsvermögen für tiefe Lage im Gegensatz zu den rotschaligen Sorten.

Beide Sorten verhalten sich gleich zur Düngung; sie bringen ein bedeutend gröfseres Erntequantum im gedüngten als im ungedüngten Boden, und bei Hügelkultur produzieren sie mehr als in Gräben. Mit der hohen Lage wächst der Knollenansatz und die Gröfse derselben; dagegen fällt der relative Stärkereichtum der Gesamternte ebenso wie durch die Düngung, weil durch Düngung und hohe Lage die Zahl der unreifen Knollen wächst. Man kann sich diesen Umstand vielleicht dadurch erklären, dafs man annimmt, die hochliegenden Knollen sind dem wechselnden Einflufs der Atmosphäre mehr erreichbar; es wird z. B. eine gröfsere Trockenheit einen schnelleren Verlust der Elasticität der Zellwände bewirken: die Knolle wird schneller relativ reif. Später eintretende Feuchtigkeit wird bei erneuter Belebung des Saftzuflusses nach den Vegetationsherden keine wesentliche Dehnung der

schon gebildeten Knollen hervorbringen, sondern aus den Augen des Tragfadens oder der Knolle selbst eine neue Knollenbildung veranlassen; es entsteht erneuter Knollenansatz oder Puppenbildung. Die auf diese Weise spät angesetzten Knollen erlangen bei dem allgemeinen Vegetationsabschlusse im Herbste nachher nicht mehr den vollen Reifegrad. Bei tieferer Knollenlage und gleichmäſsigerer Feuchtigkeit bleibt die Dehnbarkeit der Zellwände länger erhalten; es bilden sich weniger neue Knollen, aber die schon angesetzten wachsen länger und reifen vollkommener, und dies erklärt, daſs sich die spezifisch schwersten Knollen einer Sorte in ungedüngten Gräben der Versuchsparzellen fanden.

Der Verlust an Dehnbarkeit der Zellwände dokumentiert sich auch an der Schale der Knollen. Folgt auf frühe Trockenheit oder vorgeschrittenen Reifezustand eine neue, beschleunigte Tätigkeit des Korkcambiums, ein Ausdehnen der ganzen Knolle, so kann die Schale nicht mehr nachgeben; sie reiſst, bildet schorfartige Blättchen, während neue Korkzellen unterhalb der alten entstehen. Bei durchwachsenen Knollen ist daher oft die Mutterknolle rauh, während die Kindel glattschalig sind. Die dünnere, glattere Schale ist aber in den meisten Fällen ein Zeichen stärkeärmerer Sorten oder stärkeärmerer Zustände von sonst spezifisch schweren Sorten. Wir wissen, daſs jüngere Organe eiweiſsreicher sind als ältere; bei den stärkeärmeren Sorten hat Sorauer einen gröſseren Gehalt an Eiweiſskristallen gefunden, und aus diesen beiden Tatsachen schlieſst er, daſs die dünnere Korkschale eine eiweiſsreichere und vielleicht auch gummireichere, stärkeärmere Knolle im allgemeinen anzeigt.

Es ist ferner in den Versuchen gezeigt worden, daſs die kranken Knollen etwas dünnschaliger sind als die gesunden, und daſs die weiſsen (also durchschnittlich dünnschaligeren) Varietäten von der Krankheit mehr zu leiden haben als die roten Varietäten; dies legt die Vermutung nahe, daſs die dünnere Schale und der gröſsere Eiweiſsgehalt der Knolle einen empfänglicheren Mutterboden für die Krankheit abgeben.

Ähnliche Resultate erhielten auch spätere Untersucher. Von seiten mancher Praktiker wird denjenigen Sorten, die geringen Stärkegehalt besitzen und früh absterben, die geringste Widerstandsfähigkeit zugeschrieben, was wohl auch gröſstenteils zutreffend ist.

Als man noch über die Ursachen der Kartoffelkrankheiten nicht völlig im klaren war, nahm man an, daſs die Kartoffelpflanze sich durch die fortgesetzte Vermehrung auf ungeschlechtlichem Wege in einem Zustande der Degeneration befinde, der den Angriff der Krankheit erleichtere. Zur Prüfung dieser Frage sind viele Versuche unternommen worden, ohne daſs es möglich gewesen ist, auch nur eine Spur von Degeneration nachzuweisen. Umgekehrt konnte de Bary zeigen, daſs aus Samen gezogene Pflanzen, bei denen also der Einfluſs einer etwaigen Degeneration eliminiert war, ebenso empfänglich gegen die Krankheit waren.

Im allgemeinen erscheint die Frage von der Empfänglichkeit der einzelnen Sorten nicht einfach zu sein und wird sich wohl auch kaum generell lösen lassen. Es müssen ganz besonders die äuſseren Verhältnisse des Standortes und die klimatischen Faktoren in Betracht gezogen werden. Eine Sorte, die bei hoher Feldlage und Sandboden sich als resistent erwiesen hat, braucht es noch lange nicht für tiefe

Lage und schweren Boden zu sein. SORAUERS Versuche haben nach dieser Richtung hin einiges Material beigebracht; aber als vollständig geklärt können die in Betracht kommenden Fragen noch nicht gelten.

Man hat schon in der ersten Zeit, als die Krankheit auftrat, der Düngung und Bearbeitung des Bodens eine ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt, weil man glaubte, dafs man damit am leichtesten die Krankheit bekämpfen könnte. So sah LIEBIG als Ursache der Krankheit den Mangel an Kali und Phosphorsäure an und empfahl Zusatz dieser Stoffe zum Boden.

UNGER sah die Hauptursache der Krankheit in einer zu grofsen Anhäufung von stickstoffhaltigen Substanzen im Parenchym der Kartoffelpflanze. Vielfach wird denn auch von Praktikern behauptet, dafs erhöhte Stickstoffzufuhr die Krankheit begünstige; namentlich soll starke und späte Stickstoffdüngung besonders schädigend einwirken. SORAUER glaubt, dafs die Knollen um so leichter erkranken, je mehr Stickstoff in Form von Amiden statt von Eiweifsstoffen auftritt. Durch chemische Untersuchungen ist diese Ansicht zum Teil bestätigt worden. So zeigte MÄRCKER, dafs durch Düngung mit Kalisalzen der Stickstoffgehalt der Knollentrockensubstanz bedeutend steigt, der prozentische Stärkegehalt aber herabgedrückt wird, die Knolle also im Zustande gröfserer Unreife erhalten bleibt. Ohne Kalidüngung liefsen sich 26,5 % des Gesamtstickstoffes als amidartige Verbindungen nachweisen, mit Kalidüngung aber 49,2 %. Die kranken Knollen besitzen nach LAWES und GILBERT in der Trockensubstanz einen höheren Stickstoffgehalt als die gesunden, besonders der mittlere Teil der kranken Knollen. Der Saft aus dem vom Pilze durchwucherten gebräunten Gewebe war bedeutend stickstoffärmer als der aus dem unversehrten Teile des Knollengewebes, so dafs daraus ersicktlich wird, dafs der Pilz grofse Mengen von Stickstoff für sich verbraucht. In neuester Zeit hat L. HECKE[1]) abermals empfohlen, durch Zusatz von Kali die Wirkung einer einseitigen Stickstoffdüngung aufzuheben, weil dadurch der prozentische Gehalt an Stickstoff in der Pflanze herabgesetzt und sie selbst dadurch resistenter gemacht würde. Da auch Düngeversuche anderer Forscher zu fast übereinstimmenden Resultaten über den Einflufs des Stickstoffes auf die Verbreitung der Krankheit gekommen sind, so dürfte der Praktiker zu hohe Gaben von Stickstoff (namentlich frischen, tierischen Dünger) zu vermeiden haben. Dabei ist allerdings wieder zu bedenken, dafs ein allgemein gültiges Rezept nicht gegeben werden kann, weil in jedem Falle der Nährstoffgehalt des Bodens, die Bodenart und der Fruchtbau der vorhergehenden Jahre in Betracht gezogen werden müssen.

Ebenso wie die Düngung hat man auch die Bearbeitung des Bodens modifiziert, um dadurch Mittel zur Bekämpfung zu gewinnen. Grofse Hoffnungen setzte man auf die von GÜHLICH vorgeschlagene Anbaumethode. Danach sollten die Knollen auf künstlichen Hügeln gesteckt werden, so dafs also die jungen Knollen sich in einer Höhe bilden, die noch über dem sonstigen Niveau der Bodenoberfläche liegt. GÜHLICH will mit dieser Methode nicht blofs die Krankheit fern gehalten, sondern auch reichlichere Knollenerträge erzielt haben. J. KÜHN hat diese Resultate als irrig erwiesen, und auch P. SORAUER pflichtet

---

[1]) Untersuchungen über Phytophthora infestans in Journal für Landwirtsch., 1898, S. 71.

ihm darin bei. Dagegen hat JENSEN eine etwas andere Methode versucht, die auf exakten Experimenten beruht. Die Erdschicht, die über den Knollen liegt, verhindert mehr oder weniger das Herankommen der von den Blättern abgespülten Konidien an die Knollen. So schützt eine 8—13 cm hohe Erdschicht die Knolle vollkommen; bei sandigem Boden soll schon eine 4 cm dicke Lage genügend sein und 13 cm einen absolut sicheren Schutz gewähren. Versuche ergaben, dafs unter einer Erdschicht von 4 cm Dicke von 225 mit konidienhaltigem Wasser begossenen Knollen 104 Stück, unter einer solchen von 10,5 cm dagegen nur neun krank wurden. Darauf wurde dann das Verfahren der Häufelung gegründet; die in Reihen, die 80 cm voneinander entfernt stehen, gebauten Pflanzen werden von einer Seite 26—30 cm hoch anhäufelt, so dafs das Kraut schief nach der entgegengesetzten Seite zu stehen kommt. Die Meinungen über den Wert dieses Verfahrens gehen auseinander. Im allgemeinen stimmen die Untersucher darin überein, dafs der Gedanke des Häufelns theoretisch richtig ist, aber in der Praxis mannigfache Störungen eintreten, die den Vorteil der Methode zunichte machen. So wendet E. V. STEBEL[1]) dagegen ein, dafs bei etwas lehmigem Boden durch die Sonnenhitze der aufgehäufelte Boden sehr bald Risse bekommt, wodurch oft die Knollen blofsgelegt werden. Werden dann durch Regen die Konidien abgewaschen, so gelangen sie unmittelbar an die Knolle. M. T. MASTERS[2]) hält die Methode zwar für vorteilhaft, namentlich beim Kleinbetrieb, aber er weist nach, dafs sie im Vergleich zu der Bekämpfung der Krankheit durch Spritzmittel viel teurer infolge des Arbeitslohnes zu stehen kommt. WOLLNY und MAREK empfahlen zwar die Methode ohne besondere Einschränkung, aber A. PETERMANN[3]) hat in Übereinstimmung mit den Ansichten mancher Praktiker durch langjährige Versuche bewiesen, dafs der verminderten Erkrankungszahl eine bedeutende Verminderung des Knollengewichtes gegenübersteht. Somit wird der Vorteil, der dadurch entsteht, dafs weniger Knollen erkranken, vollständig illusorisch gemacht, da die Ernteverminderung jenen Gewinn meist übersteigt. Diese Verminderung läfst sich leicht erklären, da durch die Hitze die Böschungen der Haufen so ausgetrocknet werden, dafs die jungen Knollen vertrocknen oder nicht in der Gröfse zunehmen. So bietet also auch die Zubereitung des Bodens kein sicheres Schutzmittel gegen die Krankheit dar.

Man hat auch das Abschneiden des Krautes zu der Zeit, wo die Krankheit zu wüten beginnt, empfohlen. Indessen sind die Erfolge, die man damit erzielt hat, doch sehr beschränkt geblieben. Wird das Kraut zu früh entfernt, so erhalten die Knollen nicht mehr die notwendige Nahrung und bleiben klein; der Ernteausfall macht dann den ganzen Schutz gegen die Krankheit illusorisch. Anderseits ist trotz der Entlaubung die Infektion der Knollen nicht zu verhüten, da die Konidien von anderen Feldern herübergeweht werden können. KÜHN hat durch einen Versuch erwiesen, dafs solche entlaubte Felder dennoch von der Krankheit heimgesucht werden können.

Wir wenden uns jetzt den Mitteln zur direkten Bekämpfung des

---

[1]) Versuch, betreffend die Bekämpfung der Kartoffelkrankheit durch Verwendung von Kupfervitriolpräparate. Stuttgart 1892

[2]) The prevention of potato-disease in Garden. Chron. XII, 1892, S. 373.

[3]) Expériences sur les moyens de combattre la maladie de la pomme de terre in Bull. de la Stat. agron. de l'état à Gembloux 1891, Nr. 48.

Pilzes zu und wollen zuerst die Sterilisation des Saatgutes besprechen. Die Voraussetzung, dafs die Erhaltung und Übertragung des Pilzes lediglich durch das in der Knolle überwinternde Mycel stattfindet, gibt den einzig richtigen Weg zu seiner völligen Vernichtung. Wenn es gelänge, nur ganz gesunde Knollen auszulegen, so müfste die Krankheit sofort verschwinden. Dieses Ziel läfst sich leider nicht erreichen. Trotz der sorgfältigsten Auswahl der zu legenden Kartoffeln gelangen dennoch kranke in den Boden, da vielfach bei leichterem Befall die kranke Stelle von aufsen nicht sichtbar ist. Trotzdem bleibt die sorgfältige Auswahl des Saatgutes doch das einfachste Mittel, das wenigstens teilweisen Erfolg verspricht.

Versuche, den Pilz in der Knolle direkt zu töten, hat JENSEN 1883 gemacht, indem er die frisch geernteten, kranken Knollen einer Temperatur von etwa 50° aussetzte. An so behandelten Knollen entwickelten sich keine Konidienträger mehr, während die unbehandelten reichlich Träger entwickelten. Das Mycel scheint also durch das Erhitzen abgetötet worden zu sein. In der Praxis stellt sich das Verfahren so, dafs die völlig abgetrockneten Knollen in einen Blechcylinder geschüttet werden, der in ein Gefäfs mit Wasser von 48 bis 56° vier Stunden lang gestellt wird. Danach werden die Kartoffeln an einem trockenen Ort leicht aufgeschüttet, bis sie auskeimen und gelegt werden können. Die angewärmten Knollen keimen früher und besser. Die Methode scheint aber keine ausgedehntere Anwendung gefunden zu haben.

Aufserdem hat man versucht, den Pilz im Boden unschädlich zu machen. Man wollte damit die Ansteckung einer Knolle durch eine andere durch den Boden hindurch verhüten. Zu diesem Zwecke setzte man Sublimat oder arseniksaures Kali dem Boden zu; auch Kupfervitriol, Ätzkalk, Schwefel und Gips gebrauchte man in ähnlicher Weise. Während die letzteren Stoffe keine oder nur geringe Wirkung ausübten, sollen die beiden ersten gut gewirkt haben. Trotzdem ist es ausgeschlossen, dafs diese Mittel eine ausgedehntere Verwendung finden können, da ihre grofse Giftigkeit und der hohe Kostenpunkt sie von vornherein ausschliefsen. Auch die Verwendung von Petroleum im Boden hat sich nicht bewährt, da die Konidien zwar abgetötet, aber auch gleichzeitig die jungen Würzelchen zum Absterben gebracht werden.

Die gröfsten Erfolge hat man in der Bekämpfung der Kartoffelkrankheit dadurch erzielt, dafs man die Vernichtung des Pilzes auf den Blättern oder eine Verhinderung der Sporenkeimung durch pilztötende Mittel erstrebte. Anfangs hatte J. KÜHN dafür das Bestreuen mit gemahlenem Schwefel empfohlen; er überzeugte sich aber bald von der Unwirksamkeit des Mittels und verwarf es daher wieder.

Da die Verwendung fungizider Mittel den Zweck hat, die Konidien des Pilzes zu vernichten, so dürfte es angebracht sein, einiges über die Resistenz der Konidien beizubringen. Dafs die Konidien aufserordentlich empfindlich gegen das Austrocknen sind, wurde schon oben (Seite 135) erwähnt. Auch auf die gerade herrschenden Witterungsverhältnisse reagieren sie durch eine grofse Verschiedenheit in der Keimfähigkeit, indem unter günstigen Bedingungen eine fast ausnahmslose Ausbildung der Zoosporen stattfindet, bei ungünstigen dagegen nur eine spärliche Schwärmerbildung. Solche keimkräftigen Konidien sind natürlich etwas resistenter als die schwächeren. Nach

den Versuchen von E. WÜTHRICH[1]) tritt die Schwärmerbildung zurück, je konzentrierter die Lösung ist, in der die Konidien auskeimen sollen.

Am energischsten wirkt das Quecksilberchlorid, von dem schon eine Lösung von 1 Zehntausendstel im Wasser genügt, um die Keimung gänzlich zu verhindern. Etwas weniger wirksam ist Kupfervitriol, und noch schwächer wirken Eisen- und Zinksalze. Merkwürdig ist auch, dafs mit zunehmender Konzentration die Zoosporenbildung durch die Auskeimung mit Keimschläuchen abgelöst wird, bis beim Grenzwert jedes Auskeimen aufhört. Die Schwärmsporen selbst zeigen eine bemerkenswerte Widerstandskraft, indem sie sich noch in Lösungen zu entwickeln vermögen, in denen die Schwärmerbilduug bei den Konidien bereits erheblich gehemmt ist. Bei der Grenzzahl für die Auskeimung gehen die Zoosporen sofort zugrunde. Endlich ist es noch von Interesse zu wissen, bei welchen Temperaturen sich die Konidien überhaupt am Mycel entwickeln. Nach J. ERIKSSON[2]) entwickeln sie sich bei 25° nicht, bei 23,7° nach 3¾ Tagen, bei 22,5° nach 2⅓, bei 17,5° nach 3⅙, bei 15° nach 5, bei 12,5° nach 10, bei 10° nach 13, bei 7,5° nach 16 Tagen. Bei 5° fand überhaupt keine Konidienbildung mehr statt, und bei 1,5° bilden sich weder Mycel noch Konidien.

Da man bei der Bekämpfung des falschen Meltaues der Reben mit Spritzmitteln so gute Resultate erzielt hatte, so lag es nahe, auch den Kartoffelpilz in ähnlicher Weise zu bekämpfen, obwohl sich gegenüber dem Rebenpilz sofort ein bedeutender Unterschied bemerkbar macht. Bei der Kartoffel kann ja der Pilz nur getötet werden, soweit er in den oberirdischen Organen lebt, die Behandlung der Knolle ist ausgeschlossen. Trotzdem aber mufs auch so eine wirksame Bekämpfung erzielt werden, da die Infektion der neugebildeten Knollen meist erst vom Laube her erfolgt. Man probierte Eisenvitriol, Kupfervitriol, Bordeauxbrühe, ferner Kupfervitriol-Speckstein und Eisenvitriol mit Kalk. Die Versuche mit diesen Mischungen sind so oft und von so vielen Beobachtern angestellt worden, dafs sich jetzt die Wirkung wohl einigermafsen klar übersehen läfst, wenn auch manche Tatsache noch der Erklärung harrt. Als wichtigstes Resultat ergibt sich, dafs die Krankheit nicht zum völligen Erlöschen gebracht werden kann, wohl aber auffallend reduziert wird, so dafs nur noch eine geringe Zahl von Knollen erkrankt.

Von den genannten Spritzmitteln wirkt am besten Bordeauxbrühe; ungefähr gleich kommt Kupfersodamischung, während die übrigen entweder ziemlich geringe oder eine sogar schädliche Wirkung ausübten. Die ersten vergleichenden Versuche hat in gröfserem Mafsstabe A. PETERMANN[3]) ausgeführt. Er baute Versuchsparzellen von 25 qm Fläche an und spritzte zweimal mit Eisenvitriol, Kupfervitriol oder Bordeauxbrühe. Der Gesamtertrag an Knollen ergab sich dann für die Kontrollparzelle zu 46,37 kg, für die mit Bordeauxbrühe behandelte Parzelle zu 54,54 kg für Kupfervitriol zu 35,96 kg und für Eisenvitriol zu 32,93 kg. Die beiden letzteren Mittel wirken also schädigend auf den Ernteausfall ein, während

---

[1]) Über die Einwirkung von Metallsalzen und Säuren auf die Keimfähigkeit der Sporen einiger der verbreitetsten parasitischen Pilze unserer Kulturpflanzen in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. II, 1892, S. 16.

[2]) Om Potatissjukan dess Historia och Natur samt skyddsmedlen deremot. Stockholm 1884.

[3]) Expériences sur les moyens de combattre la maladie de la pomme de terre in Bull. de la Stat. agronom. de l'état à Gembloux 1891, Nr. 48.

Bordeauxbrühe eine wesentliche Steigerung zur Folge hatte. STEGLICH[1]) hat ähnliche Versuche gemacht und dieselben Resultate erreicht. Nach ihm scheint die Behandlung mit Bordeauxbrühe nicht bei allen Kartoffelarten in gleicher Weise ertragsteigernd zu wirken, denn es ergaben bei 50 qm grofsen Parzellen in Kilogramm die „sächsische weifsfleischige Zwiebel“ unbehandelt 50, behandelt 76 (Differenz 26), „Lercheneier“ 61,8 gegen 67 (Diff. 5,2), „Bisquit“ 38,9 gegen 64 (Diff. 25,1), „Champion“ 119,5 gegen 133 (Diff. 13,5), „Anderssen“ 116 gegen 136 (Diff. 20), „Magnum bonum“ 91,2 gegen 100 (Diff. 8,8). Derselbe Autor berichtet auch über gröfsere Feldversuche mit letzterer Sorte; hier stellte sich der Mehrbetrag pro Hektar nach Abzug der Behandlungskosten auf 142,32 Mk. Zu ähnlichen Resultaten in bezug auf die verschiedene Wirkung bei den einzelnen Sorten kam auch MAREK[2]). Besonders eingehend hat E. V. STREBEL[3]) die Wirkung des Kupfervitriol-Specksteinpulvers und der Bordeauxbrühe vergleichend untersucht und die Überlegenheit des letzteren Mittels dargetan, obwohl auch das erstere den Ernteertrag bedeutend erhöhte. So rechnet er pro Hektar für Kupfervitriol-Speckstein einen Mehrertrag von 178,25 Mk., für Bordeauxbrühe von 442,09 Mk. heraus nach Abzug aller Unkosten und unter Zugrundelegung eines Preises von 4 Mk. für 100 kg Kartoffeln. M. T. MASTERS[4]) schildert Versuche, die zu ähnlichen Resultaten führten und wiederum die Erhöhung des Erntegewichtes und die bedeutende Abnahme der erkrankten Knollen zeigten. Von Bedeutung ist auch ein Bericht über die Bekämpfung der Kartoffelkrankheit an das englische Parlament[5]), in dem eine grofse Zahl von praktischen Versuchen geschildert werden, die denselben günstigen Einflufs der Bordeauxbrühe erkennen lassen. Merkwürdigerweise ergaben einige Versuche, dafs bei allen frühen Sorten, die schon in der Knollenausbildung weit fortgeschritten waren, als die Krankheit sich zu zeigen begann, durch das Bespritzen ein offensichtiger Minderertrag hervorgerufen wurde. Eine zutreffende Erklärung dafür steht noch aus. Endlich seien noch die Versuche ven A. SEMPOLOWSKI[6]) erwähnt, der Bordeauxbrühe und Eisenvitriol-Kalkmischung mit einander verglich. Hier ergab das letztere Mittel keinerlei Erhöhung des Ernteertrages, während Bordeauxbrühe ihn auffällig erhöhte und die Erkrankung der Knollen fast ganz verhinderte. Die hier angeführten Proben aus der Literatur, die sich durch Berücksichtigung der amerikanischen Literatur leicht vermehren liefsen, mögen genügen, um die bedeutende Überlegenheit der Bordeauxbrühe zu zeigen.

Es frägt sich nun, worin die Wirkung dieses Fungizides besteht. Wir sahen, dafs es die Krankheit nicht ganz fern zu halten vermag; die auffällige Erhöhung des Erntegewichtes kann daher nicht dadurch erklärt werden, dafs die Knollen alle gesund bleiben und ausreifen. Eine Erklärung können wir nur darin finden, dafs die Bordeauxbrühe anregend auf das allgemeine Wachstum der Kartoffelpflanze einwirkt.

---

[1]) Nachrichten aus dem Klub der Landwirte 1893, Nr. 309, und Sächs. landw. Zeit. 1892, S. 71.

[2]) FÜHLING's Landw. Zeit. 1891, S. 333, 379.

[3]) Versuch, betreffend die Bekämpfung der Kartoffelkrankheit durch Verwendung von Kupfervitriolpräparaten. Stuttgart 1894.

[4]) The prevention of potato-disease in Garden. Chron. XII, 1892, S. 373.

[5]) Report on recent experiments in checking potato-disease in the United Kingdom and abroad 1892.

[6]) Beitrag zur Bekämpfung der Kartoffelkrankheit in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten V, 1895, S. 203.

Das Laub wird durch die Bespritzung dunkler grün, stirbt später ab und besitzt gröfsere Länge als unbespritztes. Durch diese auffällige Begünstigung der Assimilationstätigkeit wird natürlich die Bildung der Knollen begünstigt und ihr Stärkemehlgehalt wesentlich erhöht. Und zwar findet diese Steigerung der Lebensenergie auch statt, wenn völlig gesunde Pflanzen bespritzt werden. Es ist also nicht die Bekämpfung des Pilzes, welche die Pflanze kräftigt, sondern die Wirkung des Kupfers an sich, das eine so günstige Wirkung äufsert. Auf diese Wirkung haben B. Frank und F. Krüger[1]) hingewiesen, indem sie in mehreren Versuchsreihen die Wirkung des Kupfers prüften. Sie fanden bei Parallelversuchen, dafs die Kalkmilch allein zwar auch ein wenig belebend wirkt, dafs aber die Hauptanregung für die Erhöhung der Lebensenergie vom Kupfer ausgeht. Eine Erklärung dafür ist allerdings nocht nicht gegeben, denn dafs es sich dabei um oligodynamische Wirkungen im Sinne Naegeli's handeln könnte, wie Frank und Krüger meinen, klingt vorläufig doch zu hypothetisch, um eine wirkliche Erklärung einzuschliefsen. Neuerdings macht sich auch die gegenteilige Ansicht immer mehr geltend, welche die Stärkeanhäufung in den Blättern durch Bespritzung mit Bordeauxmischung auf eine Hemmung der Assimilation zurückführt. Auf Grund seiner Studien kommt z. B. Ewert[2]) zu folgendem Schlusse: „Bei den bordelaisierten Pflanzen geht mit dem stärkeren Ergrünen und längerem Grünbleiben Hand in Hand eine langsamere Abführung der Stärke aus den Blättern, ein Niedergang der Atmung, ein gedrungeneres Wachstum und (bei wirklich exakt ausgeführten Vegetationsversuchen) ein Niedergang der Ernte. Diese Erscheinungen sind auf die Gift- und Schattenwirkung der Bordeauxbrühe zurückzuführen."

Wir haben schon an einzelnen Stellen Gelegenheit gehabt darauf hinzuweisen, dafs es stets äufserer begünstigender Einflüsse bedarf, um die epidemische Ausbreitung des Pilzes zu ermöglichen. Wenn wir jetzt einige dieser prädisponierenden Einflüsse noch einmal im Zusammenhange besprechen, so geschieht dies, weil sich an dem gegenwärtigen Beispiel der Zusammenhang der Vorbedingungen mit dem Ausbrechen der Krankheit sehr gut zeigen läfst. Das explosionsartige Auftreten der Krankheit vor der Mitte des vorigen Jahrhunderts war wohl sicher durch die ungünstigen klimatischen Verhältnisse verschuldet; die Sommer waren sehr feucht und nicht zu heifs. Bei ähnlicher Witterungslage werden wir also eine schnellere Ausbreitung der Krankheit feststellen können. Der Eintritt der feuchten Periode ist allerdings nicht gleichgültig, sie mufs zu einer Zeit einsetzen, in der noch genügend jugendliches Kraut vorhanden ist; man vergleiche dazu die Erörterungen auf S. 136 ff. Die Bodenbeschaffenheit spielt ebenfalls eine bedeutende Rolle. Schwere Böden, die schlecht austrocknen, begünstigen die Ausbreitung des Pilzes, während leichte Böden den Pilz nicht zur Entwicklung kommen lassen. Feuchte Felder sind also durch Drainage zu entwässern. Aufserdem wähle man, wo es angängig ist, leichtere Böden und trockenere, hohe Lage. Man achte überhaupt darauf, dafs die Pflanzen möglichst reichlich durchlüftet werden können.

---

[1]) Über den Reiz, welchen die Behandlung mit Kupfer auf die Kartoffelpflanze hervorbringt in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XII, 1894, S. 8.

[2]) Die physiologische Wirkung der Kupferkalkbrühe (Bordeauxbrühe) in Proskauer Obstbauzeitung 1904. Nr. 9.

Für diese Zwecke kommt aufser der luftigen Lage auch ein nicht zu dichter Stand der Pflanzen in Betracht, möglichst auch die Anlegung der Reihen parallel mit der meist herrschenden Windrichtung. Dafs die einzelnen Sorten mehr oder weniger prädisponiert sind für die Krankheit, darauf wurde bereits oben S. 140 hingewiesen, gleichzeitig aber auch an die Schwierigkeiten erinnert, die sich der Beurteilung der Empfänglichkeit einer Sorte entgegenstellen. Da zu viele Punkte in Betracht kommen, welche die Resistenz einer Sorte beeinflussen, so mufs die Auswahl der richtigsten Sorte Sache des Praktikers sein, der die für seine speziellen örtlichen Verhältnisse lohnendste Sorte nur durch Probeanbau herausfinden kann.

Was nun die begünstigenden Momente für die Erkrankung der Knollen betrifft, so wird natürlich bei tiefer und feuchter Lage, schwerem Boden und grofser Regenmenge die Krankheit sich bereits vor der Ernte der Knollen stark ausbreiten. Am meisten aber begünstigen dann unzusagende Aufbewahrungsbedingungen im Winter das Verfaulen der Knollen. Wenn man für möglichste Trockenheit der Aufbewahrungsräume sorgen kann, so wird man der Fäule auch ihre besten Vorbedingungen entziehen.

Man hat schon seit langer Zeit versucht, die Regenmenge und die Heftigkeit der Krankheit zueinander in Parallele zu setzen. Nachdem bereits die älteren Beobachter auf die auffällige Erscheinung aufmerksam gemacht hatten, dafs gerade regenreiche Sommer das epidemische Auftreten der Krankheit begünstigen, hat man in neuerer Zeit diesem Punkte wieder mehr Aufmerksamkeit zugewandt; so behauptet B. D. Halsted direkt den Zusammenhang beider Erscheinungen. Man wird aber diesen Untersuchungen doch deshalb etwas skeptisch gegenüberstehen, weil gewöhnlich einseitig nur Menge und Dauer des Regens, nicht aber sein Auftreten in Beziehung zu dem Alterszustand der Pflanzen berücksichtigt werden.

Der Schaden, den die Krankheit in allen kartoffelbauenden Ländern seit 60 Jahren angerichtet hat, läfst sich auch nicht annähernd berechnen; genug, dafs er in vielen Gegenden die Fortdauer des Kartoffelbaues in Frage stellte. Seitdem man durch zahlreiche und erschöpfende Arbeiten das Wesen und die Ursache der Krankheit näher kennen gelernt hat, verstand man, sich wenigstens so weit dagegen zu schützen, dafs der Schaden, der heute alljährlich angerichtet wird, meistens nicht so erheblich wie früher ist. Den besten Einblick über die jährlichen Verluste durch die Krankheit geben die an praktischen Mitteilungen reichen „Jahresberichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutz“ in den Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft von 1892 bis 1905.

Ein Pilz von ganz ähnlicher explosionsartiger Ausbreitung, der unter Umständen ebenfalls grofsen Schaden stiften kann, ist die dem Kartoffelpilz benachbarte Art *Phytophthora Cactorum* Lebert (= *P. omnivora* de By., *P. Fagi* Hart., *P. Sempervivi* Schenk). Die ersten Beobachtungen über eine von diesem Pilze erzeugte Kakteenfäule veröffentlichten Lebert und F. Cohn[1]). Sie beobachteten, dafs *Cereus giganteus* und *Melocactus nigrotomentosus* unter dem Angriff des Parasiten schnell in Fäulnis übergingen. Im Botanischen Garten zu Berlin trat vor etwa zehn Jahren die Krankheit auf jüngeren Kakteenexemplaren nicht selten

[1]) Cohn's Beiträge I, S. 51.

auf. Ausführlich beschrieb dann R. HARTIG[1]) den Pilz von Buchensämlingen. Gleichzeitig beobachtete ihn auch SCHENK an *Sempervivum*. Eine eingehende Studie über den Parasitismus der Art hat endlich A. DE BARY[2]) veröffentlicht, der den Pilz auf Keimpflänzchen von *Cleome violacea*, *Alonsoa caulialata*, *Schizanthus pinnatus*, *Gilia capitata*, *Fagopyrum marginatum* und *tataricum*, *Clarkia elegans* beobachtete und die Identität seiner Art mit den von den erstgenannten Forschern untersuchten Formen durch Impfung nachwies. Ferner wurde der Pilz auch auf den Sämlingen von *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, *P. Laricio*, *P. Strobus*, *Larix europaea*, *Abies pectinata*, sowie von *Acer platanoides* und *A. Pseudoplatanus* gefunden. Bei den Buchen erscheint das Übel jedesmal, wenn nach einem Buchensamenjahre reichlich Büschel von jungen Sämlingen sich einfinden, und es wird in dem Mafse gefährlicher, als die Regenmengen in den Monaten Mai und Juni wachsen.

An den Buchenkeimlingen äufsert sich die Krankheit dadurch, dafs entweder schon im Boden ein Schwarzwerden von dem Würzelchen aus stattfindet oder erst nach Entfaltung der Samenlappen sich mifsfarbige Flecken an verschiedenen Stellen zeigen. Eine dauernd feuchte, namentlich warme Witterung und schattiger Standort lassen die Pflänzchen schnell in sich zusammensinken; eine trockene Zeit macht sie rotbraun und trocken. Ahornkeimlinge, bei denen man oft von der Ansatzstelle der Samenlappen aus tiefschwarze Striche am Stengel auf- und abwärts sich erstrecken sieht, können manchmal die Krankheit überstehen, wenn nur die Stengelspitze befallen erscheint; ist dagegen die Basalgegend mehr ergriffen, wird der Tod fast unvermeidlich.

Was die Krankheit gefährlich macht, ist die leichte Verbreitung, die von einem Herde in den Saatbeeten zentrifugal fortschreitet oder zu beiden Seiten eines begangenen Fufssteiges sich schnell fortpflanzt. In infizierten Saatbeeten sah HARTIG die Krankheit in den nächsten Jahren immer intensiver auftreten.

Der Parasit mufs von einem Jahre auf das andere durch die im Erdboden überwinternden Oosporen übertragen werden. Das Mycel ist im Gewebe der Samenlappen meist intercellular und sendet nur kleine, rundliche Haustorien in die Zellen, deren Stärkekörner infolgedessen bald verschwinden und deren plasmatischer Inhalt abstirbt. Die Konidienäste durchbrechen die Oberhaut; ihre Spitze schwillt zu einem citronenförmigen, an der Spitze papillenartig ausgezogenen, kurzgestielten Zoosporangium (Fig. 18, *3a*) an, nach dessen Abschnürung der Ast sich verlängert und einen neuen Knospenapparat bildet. Unter Wasser kann dieser Prozefs sich mehrfach wiederholen. Das abgeschnürte Glied entwickelt sich nicht nur zu einem Zoosporangium, sondern kann auch als einfache Konidie keimen und entweder seinen Inhalt in eine sekundäre Konidie übertragen oder direkt seinen Keimschlauch in die Epidermiszellen einbohren. Bei den Schwärmsporen, die nicht selten innerhalb des Sporangiums sich bewegen und durch die Seitenwände ihre Keimschläuche hindurchbohren, falls sie nicht durch die aufgelöste Sporangienspitze ihren Ausweg finden, beobachtet man, dafs die Keimschläuche besonders gern dort die Epidermiszellen durchbrechen, wo zwei Zellen aneinanderstofsen. Schon drei bis vier Tage

---

[1]) Untersuch. a. d. Forstbotan. Inst. München 1880, S. 33.
[2]) Botan. Zeit. 1887, S. 593.

nach der Impfung kann die infizierte Stelle neue Konidien entwickeln und auf diese Weise die Krankheit in den Monaten Mai bis Juli übertragen.

Die intercellular im Blattparenchym sich bildenden Oosporen entstehen an der Spitze kurzer Mycelzweige durch Einwirkung der teils von besonderen Zweigen ausgehenden oder am Grunde des Oogons hervorsprossenden Antheridien, deren Befruchtungsfortsatz bis an die Oosphäre vordringt und einen Teil des Antheridieninhaltes in die Eikugel leitet. In den Wurzeln der Koniferenkeimlinge trifft man die Oosporen sowohl im Rindenparenchym, als auch im Innern der Tracheïden, in denen sich die Pilzfrüchte mit ihrer Gestalt dem langgestreckten Raume anpassen und länglich werden. Erde von einem erkrankten Buchensämlingsbeete wurde in Wasser angerührt und inficierte nach vier Jahren noch junge Pflänzchen. Die Keimung der Oosporen beschreibt de Bary bei Exemplaren von *Clarkia*. Im Wasser schwillt die Oospore auf; ihr Epispor berstet, und es tritt ein Keimschlauch heraus, der zum unverzweigten Konidienträger wird (Fig. 18, *3b*). In der Konidie bilden sich Schwärmsporen. Eine andere Keimung wurde nicht beobachtet, und es bleibt auch bemerkenswert, daſs junge Clarkia-Pflänzchen, in die nächste Berührung mit dem Keimschlauch der Oospore gebracht, nicht inficiert wurden. Die Keimschläuche drangen nicht ein, sondern gingen zugrunde.

Befallene Saatbeete werden deshalb nicht mehr für Aussaaten, wohl aber zur Verschulung zu benutzen sein. Der befallene Bestand wird von jeder Beschattung zu befreien sein, auſserdem sind die kranken oder schon gestorbenen Exemplare sorgfältig zu entfernen; tägliche Revision der Saatbeete ist notwendig.

Aus den Untersuchungsergebnissen von de Bary ist hervorzuheben, daſs der durch gesteigerte Wasserzufuhr in seiner Entwicklung auffallend begünstigt erscheinende, ja im Wasser geradezu am besten gedeihende Pilz auch Saprophyt sein kann und auf zersetztem, tierischem Gewebe sich ebenfalls entwickelt. Auſserdem ist bemerkenswert, daſs der in der Wahl seiner Nährpflanzen wenig beschränkte Schmarotzer nicht auf allen Oosporen entwickelt. Mindestens sind solche nur in *Clarkia* und *Gilia* angetroffen worden, während bei *Cleome*, *Alonsoa*, *Schizanthus* und *Fagopyrum* nur Mycel mit Konidienbildung sich vorfand. Die Infektionsversuche zwecks Erweiterung der Kenntnis der Wirtspflanzen ergaben eine vollkommene Immunität der Kartoffel und auch der Tomate gegen diesen Schmarotzer. Dagegen wurden *Lepidium sativum, Oenothera biennis, Epilobium roseum* und auch die der Kartoffel näherstehende *Salpiglossis sinuata* schnell infiziert. Ebenso zeigten Aussaaten von Zoosporen des auf *Clarkia* gewachsenen Pilzes auf Laubrosetten und Blütenstände von *Sempervivum* durch baldiges Erkranken der Nährpflanzen die Identität des Schmarotzers mit der Schenk'schen *Peronospora Sempervivi*. In die derbe Epidermis der Laubblätter konnten allerdings die Keimschläuche der Zoosporen nicht eindringen, dagegen wohl in die Oberhaut zarter Blütenstengel. Die Laubblätter aber erkranken wiederum leicht durch Einwandern des Pilzes von Wundstellen aus. Ähnliche Übertragungsversuche wurden von Buchensämlingen auf *Cereus*-Arten gemacht. Der Pilz zeigt sich also gegenüber der streng angepaſsten *Phytophthora infestans* wenig wählerisch in der Auswahl seiner Nährpflanzen.

Auf *Ph. Nicotianae* Breda de Haan, die aber vielleicht mit *Ph. infestans* identisch ist, wird die Krankheit von Tabaksetzlingen

auf Java (Bibitziekte) zurückgeführt, über die J. van Breda de Haan[1]) nähere Mitteilungen gemacht hat. Bei den noch jungen Pflänzchen nehmen die Blätter, wenn sie höchstens 2 bis 3 cm lang sind, eine schmutzig grau-grüne Färbung an und verwandeln sich dann in eine schlammige, dunkelgrüne Masse, die den Boden bedeckt, so dafs es aussieht, als wäre die ganze Kultur mit kochendem Wasser begossen worden. Ganze Beete können in einer Nacht der Krankheit zum Opfer fallen. Bei gröfseren Pflanzen mit festerem Bau treten auf der Blattfläche Flecken auf, die abwechselnd hell und dunkel gezont sind und am Rande einen braunen Saum zeigen. Auch am Stengel können ähnliche Fleckenbildungen auftreten. Hauptsächlich ergreift der Pilz die in der Nähe des Bodens befindlichen Pflanzenteile. Da die Krankheit durch Feuchtigkeit unterstützt wird, so wird empfohlen, den jungen Pflanzen mehr Luft und Licht zu geben und sie mit Bordeauxbrühe zu spritzen. Häufig findet man in den zerstörten Pflanzen noch Bakterien, welche aber erst als sekundär hinzugekommene Saprophyten zu betrachten sind.

Endlich ist noch eine dritte Art der Gattung zu erwähnen, *Phytophthora Phaseoli* Thaxt., über die R. Thaxter[2]) die ersten genauen Notizen gegeben hat. W. C. Sturgis[3]) hat dann später darüber weitere Forschungen angestellt, woraus hervorgeht, dafs die Limabohnen (*Phaseolus lunatus*) innerhalb drei Wochen 50 % ihrer Hülsen verlieren können. Ebenso wie auf den jungen Früchten kommt der Pilz auch auf den Blättern und Stengeln vor und entwickelt seine Konidienträger nach aufsen hin als grauer Reif. Oosporen wurden bisher nicht aufgefunden. Als besonders begünstigend für die Ausbreitung des Pilzes hat sich feuchter Boden ergeben, während das dichte Setzen der Bohnen oder die Stellung der Bohnenstangen keinen Einflufs ergeben haben. Sturgis empfiehlt deshalb gute Entwässerung und luftige Lage.

Die Gattung *Basidiophora* Roze et Cornu besitzt nur eine Art, *B. entospora*. Sie zeichnet sich durch die unverzweigten Konidienträger aus, die auf ihrer etwas kuglig angeschwollenen Spitze eine Anzahl feiner Sterigmen tragen, deren jedes eine Konidie bildet. Diese werden zum Zoosporangium; aufserdem sind Oosporen bekannt. Der Pilz ist auf *Erigeron canadensis* in Nordamerika heimisch und ist von da auch nach Europa mit der Nährpflanze verschleppt worden. Er kommt aufserdem auf *Solidago rigida* und *Aster Novae Angliae* vor, verursacht aber keinen nachweisbaren Schaden.

Wichtiger ist die Gattung *Sclerospora* Schroet. Sie besitzt baumförmig verzweigte, dicke Konidienträger, die auf kurzen, dicken Seitenästen kuglige Konidien bilden. Die Konidienrasen verschwinden sehr bald, und es bleiben nur im Innern der Nährpflanze die ausgebreiteten Oosporenlager übrig, welche Schwielen und Auftreibungen an den Pflanzenteilen bilden. Diese brechen schliefslich wie Brandpusteln auf und lassen die braunen Oosporen in pulverigen Massen frei werden. Auf *Setaria*-Arten kommt in Nordamerika und Europa *Sclerospora graminicola* (Sacc.) Schroet. vor und kann bei den kultivierten Arten

---

[1]) Voorloopig Rapport over de bibitziekte in de Tabak in Teysmannia. Batavia 1893; De bibitziekte in de Deli-Tabak veroorzaakt door Phytophthora Nicotianae in Meded. uit's Lands plantentuin. Batavia 1896.

[2]) Report of the Mycologist for 1889. New Haven 1890, S. 167.

[3]) The Mildew of Lima Beans in 21. Ann. Rep. Connectic. Agric. Exp. Stat. for 1897. New Haven 1898, S. 159.

dieser Gattung Schaden stiften. Eine zweite Art *S. macrospora* Sacc. tritt auf *Zea Mays* in Italien auf und erzeugt eine Vergrünung der männlichen Blütenstände. G. CUGINI und G. B. TRAVERSO[1]) haben die Krankheit genauer untersucht und wiesen zwischen den Hüllspelzen mehrerer Ährchen ein unregelmäfsiges, dickes Mycel nach, das in den oberen Ährchen auch sporadisch Oosporen gebildet hatte. Auf dieselbe Art wird auch eine Erkrankung des Weizens bei Rom von G. B. TRAVERSO[2]) zurückgeführt, von der V. PEGLION[3]) als der erste Beobachter behauptet hatte, dafs *S. graminicola* die Ursache sei. Die Krankheit wird als „Kräuselung" bezeichnet und tritt in den Ähren auf. In frischem Zustande besitzen sie eine blaugrüne Färbung und eine eigenartige fleischige Konsistenz; die deformierten Ährchen sind mehr oder weniger vom obersten Blatt eingeschlossen, das selbst hypertrophisch in mehreren Windungen die Spindel bis zur Spitze umgibt. Häufig vergrünen und viviparieren auch die Ähren. Eine ähnliche Erscheinung wurde auch von GAGNAIRE 1875 in der Dordogne beobachtet. Auf *Phragmites communis* bringt derselbe Pilz zu Hexenbesen umgestaltete Blütenstände hervor. Konidien wurden nicht beobachtet, wohl aber Oosporen und Mycel. Augenscheinlich begünstigen das epidemische Auftreten des Pilzes äufsere Umstände; so führt PEGLION die in dem betreffenden Jahre häufig vorgekommenen Tiberüberschwemmungen als einen Grund an.

Von hervorragender Bedeutung für die Phytopathologie ist die Gattung *Plasmopara* Schroet., weil sie nicht blofs eine ganze Anzahl von schädlichen Pilzen umfafst, sondern vor allem die ungemein schädliche *Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. et De Toni. Diesem für den Weinbau so hervorragend gefährlichen, unter dem Namen „falscher Meltau", „grape-vine mildew" bekannten Pilze soll eine ausführlichere Besprechung gewidmet werden.

Der Schmarotzer tritt bei uns von Ende Juni bis Anfang September auf den verschiedensten Teilen der Reben auf und befällt besonders die amerikanischen *Vitis*-Arten, namentlich *Vitis aestivalis, Labrusca, vulpina, cordifolia, vinifera*. Das erste Auftreten der Krankheit macht sich dem blofsen Auge durch Erscheinen von verschieden grofsen, weifslichen Schimmelflecken meist auf der Blattunterseite in der Nähe der Nerven bemerkbar. Die Blattoberseite erscheint an den befallenen Stellen gelblich bis rot. Allmählich werden die kranken Stellen trocken, und die Blätter fangen an, sich zu kräuseln, vertrocknen unter Bräunung auch wohl vom Rande her und fallen ab. Das Auftreten und die Zerstörung durch den Pilz gehen in der Regel sehr schnell vor sich; aber ebenso schnell steht die Krankheit unter günstigen Umständen auch still. Je nach dem Zeitpunkte des Eintrittes der Krankheit ist die Beschädigung der Weinstöcke verschieden.

E. PRILLIEUX sah im Jahre 1881 die Plasmopara in Frankreich schon zur Blütezeit des Weinstocks im Anfange des Monats Juni erscheinen, ja in Algier schon Mitte Mai auftreten. Zuerst litten die Amerikaner, wenige Tage später auch die französischen Reben. Bei

---

[1]) La Sclerospora macrospora Sacc. parassittà della Zea Mays L. in Le Staz. sperim. agr. ital. XXXV, 1903, S. 46.

[2]) Note critiche sopra la Sclerospora parassite di Graminacee in Malpighia XVI, 1902, S. 280.

[3]) La peronospora del frumento in Bull. di Notiz. agrar. Roma 1900 und Annuar. d. R. Staz. di Patol. veget. I, 1901, S. 81.

zeitigem Eintritt und starker Verbreitung auf den Blättern werden diese in ihrer Assimilationsarbeit gestört, und infolgedessen leiden die Trauben Nahrungsmangel; sie bleiben klein und werden notreif. Kann sich der Stock nicht mehr erholen, so leidet auch das Holz, und PRILLIEUX fand an den Stöcken im mittäglichen Frankreich, dafs diejenigen, welche im Sommer von dem Meltauschimmel befallen gewesen, im Winter vom Frost viel stärker litten als die nicht mit Plasmopara besetzt gewesenen Reben. Bei den Rebgeländen in Nérac fand PRILLIEUX am 8. Juni nicht blofs die Blätter, sondern auch die Traubenstiele, die Blumen und jungen Fruchtknoten von dem weifsen Schimmelanfluge bedeckt. Nur die jungen Beeren scheinen empfänglich und fallen ab; ältere sind nicht erkrankt beobachtet worden.

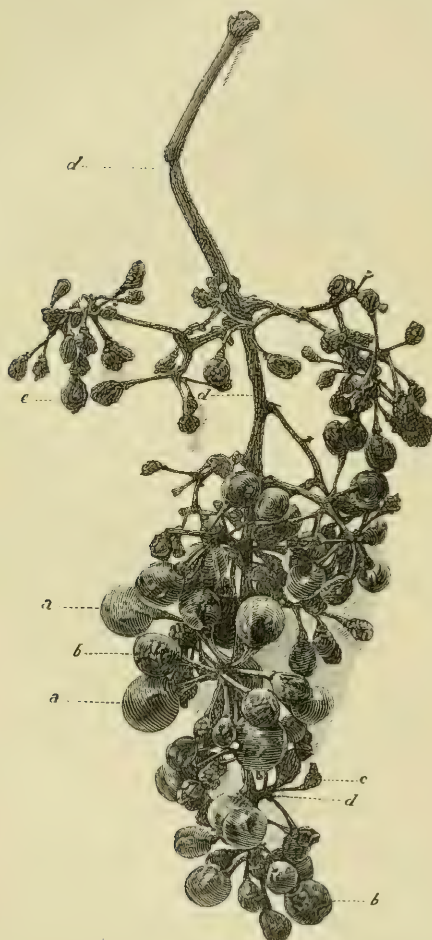


Fig. 19. Durch *Plasmopara viticola* erkrankte Traube (Lederbeeren).
a gesunde, *b* schwach, *c* stark befallene und daher eingetrocknete Beeren, *d* kranke Stellen am Traubenstiel. Nat. Gr. (Nach MILLARDET.)

Die mikroskopische Untersuchung des weifsen Schimmelanflugs, der ähnlich wie bei der Kartoffelkrankheit die braune, abgestorbene, zentrale Stelle des befallenen Fleckes kranzartig umgibt, besteht aus zarten, aufrechten verästelten Konidienträgern, welche bis $^1/_2$ mm Höhe erreichen. Die Träger treten in Büscheln von 3—8 Stück aus den Spaltöffnungen des Blattes und sind nicht alle fruchtbar; die fruchtbaren entwickeln kurze, alternierende, an der Spitze dreiteilig gespaltene Äste. Daraus folgt also, dafs die Rasen hauptsächlich an der Unterseite des Blattes hervorbrechen. Indessen kommt es auch vor, dafs sie oberseitig hervorwachsen, namentlich, wie A. N. BERLESE[1]) konstatierte, auf den durch *Phytoptus vitis* hervorgerufenen Anschwellungen. Die Konidien sind oval, 12—30 μ lang und 8—17 μ breit, am Gipfel abgerundet, wohl auch etwas zugespitzt, ohne jedoch eine Papille zu bilden, glatt und farblos. Schon etwa $^3/_4$ Stunden, nachdem sie in einen Tropfen Wasser gebracht sind, entlassen sie Zoosporen (meist 6—8), welche nach einer halbstündigen lebhaften Bewegung zur Ruhe kommen und einen Keimschlauch entwickeln, der die Epidermis durchbohrt und zu einem dicken, scheidewandlosen, stellenweis gelenk-

[1]) Note sulla Peronospora della Vite in Rivista di Patol. Veg. II, 1893, S. 109.

artig zusammengezogenen, intercellularen Mycel heranwächst. Die Zoosporen besitzen zwei Wimpern.

Die Früchte des Pilzes entstehen aus den nesterweis zwischen dem Pallisadenparenchym des Blattes zusammenliegenden, dünnwandigen Oogonien, welche im September oder Oktober in den schon gebräunten trocken werdenden Blättern von *Vitis aestivalis* in Amerika zuerst von Farlow gefunden worden sind. Die reife Oospore besitzt eine dicke, glänzende Innenhaut und eine sehr dünne, helle Aufsenhaut. Prillieux, der den Befruchtungsprozefs und das Eindringen eines Befruchtungsfortsatzes des Antheridiums beobachtete, gibt an, dafs oft die Oospore

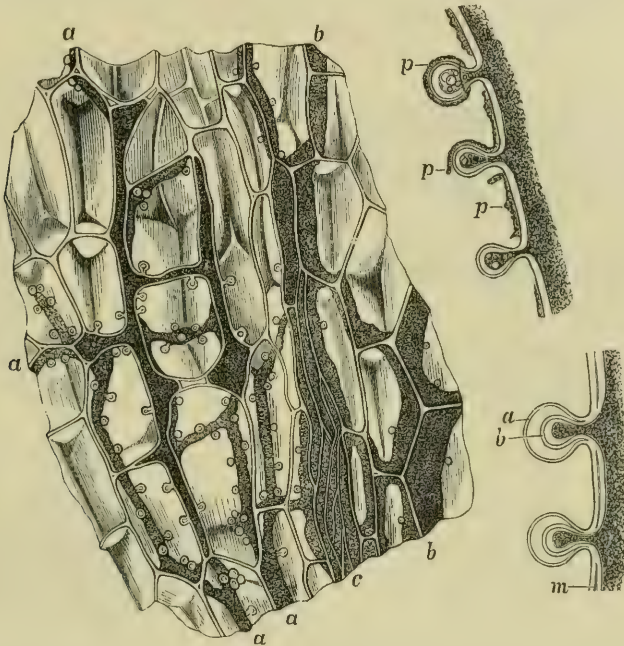


Fig. 20. Schnitte durch von *Plasmopara viticola* befallenes Traubengewebe. Links: Mycelfäden *a*, *b* im Gewebe, die mit Haustorien in die Zellen eindringen, *c* abgestorbene Zellen. Rechts: Mycelfäden mit anhängenden Haustorien, die doppelte Membran (*a*, *b*) besitzen, *p* Stücke des Zellplasmas der Rebe, *m* Grenze zwischen Membran und Mycelfaden. Stark vergr. (Nach Millardet.)

auf ihrer Oberfläche Warzen, Falten oder netzartig Erhebungen zeige; er zählte im Quadratmillimeter Blattfläche bis 200 Stück Oosporen. Daraus geht die Leichtigkeit der Vermehrung des Schmarotzers nach der Zeit der Winterruhe hervor, während die sommerliche Vermehrung in erschreckender Schnelligkeit durch die Konidien und Zoosporen bewirkt wird. Die Oosporen keimen mit Keimschlauch aus. Von den beigegebenen Figuren zeigt Figur 21 einen Blattschnitt mit Konidienträgern und einen Schnitt durch ein bereits zerstörtes Blatt. Fig. 22 zeigt einen Konidienträgerbüschel mit Konidien (*a*, *b*), Oogonien mit anliegenden Antheridien (*c*, *d*,) ein reifes Oogon (*e*) und eine Oospore (*f*). Fig. 19 gibt eine erkrankte Traube wieder und aus solchem Gewebe Fig. 20 links einen Flächenschnitt mit Pilzfäden und Haustorien (*a*, *b*) und zerstörten Zellen (*c*). Die beiden kleinen Bilder rechts zeigen Haustorien.

Ausgereiftes Holz greift der Pilz im allgemeinen nicht an, sondern nur immer die weichen, krautartigen Spitzen der Reben oder Blätter, Ranken und Blütenteile, sowie die jungen Früchte. Die vom Mycel durchzogenen Teile sterben früher oder später im Jahre ihrer Infektion ab. Man fand zuerst in den Stammteilen der Rebe kein Mycel, und nahm daher an, dafs die Infektion in jedem Jahre von neuem erfolgen müfste. Das ist gewifs in den meisten Fällen richtig, aber bisweilen scheint doch eine Durchwucherung älterer Stammteile mit Mycel und Bildung von Oosporen in ihnen zu erfolgen, wie BACCARINI und andere Untersucher feststellen konnten. Gewöhnlich aber überwintert der Pilz durch die in den abgefallenen Gewebeteilen (Blätter, Ranken, Früchte) sitzenden Oosporen.

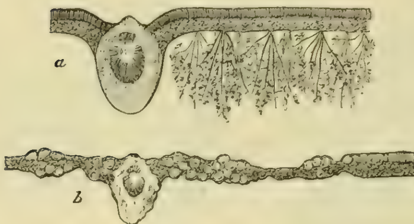


Fig. 21. Querschnitte von durch *Plasmopara viticola* befallenen Blättern.
a mit Konidienträgern, *b* bereits verfallen. Vergr. (Nach MILLARDET.)



Fig. 22. Konidienträgerbüschel desselben Pilzes.
a abgefallene Konidien, *b* reife Konidie, *c*, *d* Oogonien mit ansitzenden Antheridien, *e* reifes Oogon, *f* reife Oospore. Vergr. (Nach MILLARDET.)

Nach G. FARLOW[1]) ist der Pilz in Nordamerika, namentlich in den Oststaaten, ungemein häufig auf den obengenannten *Vitis*-Arten. Derselbe Autor[2]) konstatierte, dafs der Schaden, den der Pilz dort stiftet, recht gering ist. Im Gegenteil könnte man seine Wirkung eher als günstig bezeichnen, weil durch die frühzeitige Entblätterung die Trauben der Septembersonne mehr ausgesetzt werden und infolgedessen besser reifen. Jedenfalls hat der Pilz aufserhalb Amerikas seinen Charakter völlig verändert und verursachte ungeheuren Schaden, bevor man ihn zu bekämpfen verstand. Die Verschleppung des Pilzes nach Europa ist ohne Zweifel durch die Einführung amerikanischer Rebsorten geschehen, die in grofsem Mafsstabe erfolgte, weil die Stöcke wenig empfindlich gegen die Reblaus sind. Auf diese Gefahr der Einschleppung hatte

---

[1]) On the American grape-vine Mildew in Bull. of the Bussey-instit. Bot. Art. 1876, S. 415.

[2]) Notes of some species etc. in Proceed. Americ. Ac. of arts and sciences XVIII, 1883, S. 38.

bereits M. Cornu[1]) im Jahre 1873 hingewiesen. Es erfolgte dann der erste sichere[2]) Nachweis des Pilzes durch Planchon 1878 im südwestlichen Frankreich. Bereits im Jahre 1879 hatte er sich noch nach der Rhone und Savoyen ausgebreitet und wurde von Pirotta auch in der Provinz Pavia in Italien gefunden. 1880 hatte sich die Krankheit auch nach dem mittlern und nördlichen Frankreich hin verbreitet, gleichzeitig auch nach Algier und Südtirol. Im darauffolgenden Jahre wies Gennadius den Pilz in Griechenland nach; auch in Portugal trat er auf. 1882 erschien er im Elsafs und 1887 im Kaukasus. In Brasilien trat nach Brunnemann die Krankheit 1890 auf, 1891 in Schlesien an der Grenze der Weinbauzone: in Württemberg zeigten sich 1893 besondere Schädigungen an den Beeren (Lederbeeren), die ursprünglich als neu angesehen, von O. Kirchner auf die *Plasmopara* zurückgeführt wurden. Dafs er auch in Gegenden verschleppt wird, wo kein Weinbau mehr stattfinden kann, sondern nur gelegentlich Reben für Gewächshauskultur eingeführt werden, zeigt ein von N. Wille[3]) angegebenes Beispiel, wo in einem Treibhaus in Norwegen der Pilz mit französischen Reben importiert war. Wir können also annehmen, dafs er jetzt in allen weinbauenden Ländern vorhanden ist, da er auch in Kapland und Kleinasien nachgewiesen wurde; nur für Australien sind mir bisher keine Nachrichten bekannt geworden. Der Schaden, den die Krankheit stiftet, ist ein ungeheurer und rechtfertigt die grofsen Anstrengungen, die allenthalben zu ihrer Bekämpfung gemacht worden sind. In erster Linie betrifft natürlich die Schädigung den Ausfall an Trauben, der durch den frühzeitigen Laubfall und die Erkrankung der Beeren selbst entsteht. Dann aber verhindert die Vernichtung des Laubes auch das normale Ausreifen des Holzes, wodurch der Stock im Winter leicht dem Erfrieren ausgesetzt wird[4]). Im allgemeinen schwankt der Ernteausfall zwischen 20—50 Proz., kann aber bei heftigem Befall noch viel höher sein. Um nur einige Beispiele anzuführen, gebe ich an, dafs nach den Untersuchungen von G. Caruso 1895 in Italien ein Ausfall von 12 Millionen Hektolitern Wein durch den falschen Meltau verursacht wurde, für 1891 bezifferte G. Linhart die Einbufse in Ungarn auf über 2 Mill. Hektoliter, für 1892 gar auf fast 3 Mill. In Deutschland ist der Schaden nie so bedeutend gewesen, weil nach den Erfahrungen in andern Ländern sofort energische Bekämpfungsmittel in Anwendung kamen.

Wenden wir uns jetzt den Umständen zu, welche die Ausbreitung der Krankheit befördern oder verhindern, so kommt in erster Linie die Empfänglichkeit der einzelnen Rebensorten in Betracht. Wie wir bereits oben erwähnten, zeigen sich die amerikanischen *Vitis*-Arten ganz besonders für die Krankheit disponiert, aber mehr bei ihrer Kultur in Europa als in Nordamerika. Nach K. Sajó[5]) waren in Ungarn sowohl die europäischen und asiatischen wie auch die amerikanischen

---

[1]) Études sur la nouvelle maladies de la vigne in Mémoires prés. à l'Acad. des sc. XXII, 1873, Nr. 6.

[2]) Frank gibt zwar einen Fall von Werschetz in Ungarn aus dem Jahre 1877 an, doch scheint er die Angabe selbst nicht für sicher zu halten, da sie in der zweiten Auflage der Pflanzenkrankheiten fehlt.

[3]) Mykologische Notizen in Botan. Notiser 1893.

[4]) W. Chmjelewski, Bericht über Versuche einer Heilung der Weinreben in der Stadt Ismael und deren Umgebung von Mildew in Mitteil. d. kais. Ges. f. Landw. im südl. Rufsland 1891 (russisch); cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkr. II, 97.

[5]) Peronospora viticola. Budapest 1890 (magyr.); cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkr. II, 1890, S. 44.

Arten infiziert; von letzteren besonders die Arten aus der Gruppe von *Vitis aestivalis, Labrusca* und *cinerea*, dagegen blieben die reinen Arten *Vitis riparia* und *rupestris* gänzlich verschont, und die Formen der Riparia-Gruppe wurden nur in geringem Mafse beschädigt. Als sehr empfindlich bezeichnet E. Mayer[1]) den roten Veltliner; der Riesling wird stets früher befallen als der Sylvaner. Nach demselben Untersucher erweist sich eine Sorte, die an den Blättern empfindlich ist, manchmal an den Gescheinen resistenter und umgekehrt; so wurde 1898 an Portugieser- und Österreicher-Gescheinen die Plasmopara beobachtet, während Riesling-Gescheine verschont blieben. L. Anderlind[2]) empfiehlt eine Art kombinierter Methode, wodurch auch gleichzeitig eine Reblausfestigung erzielt wird; nach ihm sollte man die Sorten Cynthiana, Norton's Virginia auf *Vitis aestivalis*, Elvira, Missouri Riefsling, Montefiore usw. auf *V. riparia* pfropfen. Ob die Resistenz gegen den Pilz aber bedingungslos ist oder noch abhängig von äufseren Faktoren, wie Boden und Klima, scheint noch nicht mit Sicherheit bekannt zu sein, dürfte wohl aber nach Analogie der Kartoffelsorten nicht zu bezweifeln sein Deshalb müfste für jede einzelne Weinbaugegend auch eine sorgfältige Prüfung einer als peronosporafest ausgegebenen Sorte vorhergehen. Jedenfalls besitzen wir aber in der Erkenntnis der verschiedenen Empfänglichkeit der Rebensorten ein wertvolles Mittel, der Krankheit schon von vornherein den Boden abzugraben.

Von hervorragender Bedeutung für die Ausbreitung des Pilzes sind die klimatischen Faktoren, vor allem Wind und Regen. Schon in den ersten Jahren des Auftretens der Krankheit machte man die Erfahrung, dafs bei anhaltend feuchter Witterung der Pilz sich aufserordentlich schnell ausbreitet, während er bei eintretender Trockenheit sofort still steht. Selbst wenn also die Reben im Frühjahr reichlich befallen sind, so verschwindet bei beginnender Sommerhitze der Pilz, und die Pflanzen können sich wieder erholen. Selbst eine Regenperiode im Herbst facht die scheinbar erloschene Epidemie wieder an. Als Beispiel möchte ich auf die Verbreitung in Portugal[3]) hinweisen. Bis etwa 1892 hat der Pilz dort kaum Schaden angerichtet; 1893 aber trat er sehr verheerend auf, so dafs die Hälfte der Ernte vernichtet wurde. 1894 trat der Pilz ebenfalls auf, aber viel weniger, weil in den beiden Regenmonaten April und Mai die Temperatur sehr niedrig war und später Trockenheit eintrat. Dagegen wütete die Krankheit in der Provinz Minho, welche durch ihren Regenreichtum ausgezeichnet ist. Aus dem Bericht geht ferner hervor, dafs der Schaden dann am gröfsten wird, wenn in den Monaten Juli und August häufiger Regen fällt. Die Wichtigkeit des Regens und des Windes für die Ausbreitung des Schmarotzers hebt ganz besonders K. Sajó[4]) hervor, der in Ungarn eingehend diese Fragen studierte. Bis 1888 war der Pilz in Ungarn selten, weil die Witterung sehr trocken war. Im Jahre 1887 trat die Krankheit nach einem Gewitter ganz plötzlich im Komitat Zala auf und verbreitete sich dann, da die Sommer feuchter waren, sehr schnell

---

[1]) Welche neuere Erfahrungen haben sich bei der Bekämpfung der Peronospora und des Oidiums ergeben? in „Weinbau und Weinhandel“, 1898, Nr. 46 u. 47.

[2]) Die Mittel zur Bekämpfung des falschen Mehltaues, cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten VII, 1897, S. 41.

[3]) d'Almeida e da Motta Prega, Les maladies de la vigne en Portugal pendant l'année 1894 in Bull. Soc. Myc. France X, 1894, S. 170.

[4]) Peronospora viticola. Budapest 1890.

weiter. SAJÓ gibt dann weiter an, daſs sein eigener Weingarten 1891 nach einem Gewitter ergriffen worden sei. Es scheint also, daſs die heftigen Winde während oder vor einem Gewitter ganz besonders geeignet sind, die Konidien zu transportieren, und daſs dann die darauffolgende Feuchtigkeit die Zoosporenbildung begünstigt. Ein Vergleich zwischen den meteorologischen Ansprüchen des echten und des falschen Meltaues ist von SAJÓ [1]) für Ungarn angestellt worden. Daraus ergaben sich die bemerkenswerten Tatsachen, daſs das Oidiumjahr sich durch besonders häufige Südwest- und Südwinde, geringere Mitteltemperatur der Sommermonate und geringeren Druck des atmosphärischen Wasserdampfes in dieser Zeit auszeichnete. Dagegen zeigte das Plasmoparajahr Mangel an den genannten Winden, eine höhere Temperatur und höheren Wasserdampfdruck.

Wie empfindlich der Pilz gegen Trockenheit ist, zeigt sich darin, daſs die Konidien nicht einmal mehr ihr Plasma in Teilstücke zerfallen lassen, wenn die Feuchtigkeit mangelt. Selbst das Mycel im Blatte wächst bei Trockenheit kaum merkbar, und die Flecken vergröſsern sich nur wenig.

Daſs der Boden einen merkbaren Einfluſs auf die Ausbreitung der Krankheit ausübt, ist bisher nicht bekannt geworden, und es erscheint ein solcher Einfluſs auch kaum denkbar, da man ja für den Weinbau stets den geeignetsten Boden auswählt.

Sobald man die Gefahr der Krankheit erkannte, bemühte man sich auch, Mittel zu ihrer Bekämpfung zu finden. Zuerst versuchte man durch Verbrennung der erkrankten Blätter und Ranken im Herbst die Überwinterung des Pilzes zu verhindern. Dieses Mittel, wodurch die Oosporen natürlich vernichtet werden, bietet aber deswegen keinen vollen Erfolg, weil der Pilz nicht bloſs im toten Gewebe, sondern auch im lebenden Rebstock zu überwintern vermag. Wie oben schon gesagt, wurden Mycel und Oosporen auch in älteren Stammteilen aufgefunden. Auſserdem aber zeigte G. CUBONI [2]), daſs in den Knospen der Rebstöcke sich Mycel befindet, und zwar unterhalb der äuſseren Knospenschuppen. Im Frühjahr bricht dann das Mycel mit den jungen Blättern hervor und erzeugt so eine Neuinfektion. Die Vernichtung der Oosporen allein also verspricht noch keinen vollen Erfolg in der Bekämpfung, wenn sie auch natürlich die übrigen Maſsnahmen wirkungsvoll zu unterstützen vermag.

Das Hauptaugenmerk muſs sich auf die Unschädlichmachung der Konidien richten, wobei es gleichgültig ist, ob man ihre Bildung verhindert oder ihre Auskeimung zerstört. Bevor auf die verschiedenen Mittel eingegangen wird, soll noch kurz die Resistenz der Konidien gegen Metallsalze besprochen werden. E. WÜTHRICH (s. oben S. 146) hat die Resistenz der Konidien und Schwärmsporen des falschen Meltaues vergleichend mit denen des Kartoffelpilzes untersucht und die gleiche Widerstandsfähigkeit gegenüber den dort genannten Lösungen gefunden. Auch die Konzentrationsgrenzen dafür, ob die Konidien noch zu Schwärmsporangien werden oder mit Keimschlauch auskeimen, sind

[1]) Meteorologische Ansprüche von Oidium Tuckeri und Peronospora viticola in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XI, 1901, S. 92.

[2]) Communicazione del Direttore della R. Staz. di patol. veget. sulla peronospora entro le gemme della vite in Bollet. di Notiz. agrar. Rom 1891, S. 736; Le infezioni tardive della peronospora in Boll. della Soc. gener. dei Vitic. ital. VII, 1892, S. 458.

die gleichen. Die Schwärmsporen zeigen ebenfalls das gleiche Verhalten. Indessen machen sich hauptsächlich zwei Unterschiede gegenüber dem Kartoffelpilz bemerkbar, die uns eine Erklärung dafür abgeben, weshalb der Weinpilz leichter den Fungiziden zum Opfer fällt. Die Konidien keimen nämlich nur selten mit Keimschläuchen aus, die Umwandlung in ein Zoosporangium ist fast die alleinige Regel; bei der *Phytophthora infestans* ist die Auskeimung mit Keimschlauch viel häufiger. Ferner schwärmen beim Weinpilz die Zoosporen viel länger und sind infolgedessen auch viel länger dem Angriff von Fungiziden unterworfen.

Zu einer wirksamen Bekämpfung des Pilzes ist es also notwendig, ein Mittel in Anwendung zu bringen, das die Zoosporen schädigt. Man hat dies zuerst durch Schwefeln der Reben versucht, damit aber so wenig Erfolg erzielt, dafs man wohl jetzt allgemein wieder davon abgekommen ist. Von Spritzmitteln kamen schon frühzeitig Eisenvitriol, Kupfervitriol, sowie Zink- und Nickelverbindungen in Frage. Dabei ergab sich, dafs die Eisenverbindungen eher schädlich wirken, die Zinksalze und Nickelsalze zu teuer sind[1]). Man beschränkte sich dann ausschliefslich auf die Kupferverbindungen. Es ist nicht möglich, hier auch nur annähernd die wichtigsten Arbeiten über die Kupfermethode auszuführen, da gerade über die Bekämpfung des Weinpilzes eine ungeheure Flut von Literatur entstanden ist, namentlich in denjenigen Ländern, wie Italien, von deren Weinbau der Reichtum der Bewohner abhängt.

Am meisten verwendet man die von MILLARDET vorgeschlagene Bordeauxbrühe. Die Wirkung dieses Mittels ist von zahlreichen Beobachtern geprüft worden; so fand E. PRILLIEUX[2]), dafs das Mycel des Pilzes durch das Mittel nicht abgetötet wird, aber es verbreitet sich auch nicht weiter in den Flecken; die Konidienträger werden zwar ausgebildet, aber die Konidien vermögen nicht auszukeimen. Im Gegensatz zu nicht behandelten Stöcken behalten die bespritzten Reben ihre Blätter bis zum Herbst frisch und grün und reifen deshalb auch ihre Trauben vollständig aus. Man hat die Versuche in den verschiedensten Ländern immer wieder angestellt und ist dabei zu stets demselben Resultat gelangt, dafs die Weiterverbreitung des Pilzes vollständig verhindert wird. Da die reine Bordeauxbrühe bei Regenwetter leicht wieder abgewaschen wird, so hat man vielfach nach Mitteln gesucht, welche gleichzeitig etwas besser an den Blättern haften. Man hat dies durch Zusatz von Zucker erreicht. Von anderen Kupferverbindungen wurden Kupferacetat und Kupfernatriummischung durch G. CUBONI[3]) ausprobiert; beide Mittel zeigten sich der Bordeauxbrühe unterlegen oder höchstens gleichwertig, waren dann aber kostspieliger. SCHULZ[4]) hat mit Kupferzuckerkalk, Kupferschwefelkalk und Kupferklebekalk neben gezuckerter und ungezuckerter Bordeauxbrühe gearbeitet. Der Reihenfolge nach wirkte Kupferklebekalk am besten, darauf Kupferzuckerkalk und dann Bordeauxbrühe und Kupferschwefelkalk. Die

[1]) GUOZDENOVIĆ, F., Erfahrungen über die Bekämpfung der Peronospora mit Kupfervitriol und einigen dafür vorgeschlagenen Ersatzmitteln in Ztschr. f. das landwirtsch. Versuchswesen in Österreich, 1901.

[2]) Journal d'agricult. 1885, II, S. 731.

[3]) Risultati delle esperienze per combattere la peronospora eseguite nell' anno 1896 in Boll. di Not. agrar. XIX, 1897, S. 401.

[4]) In „Der Rheinhess. Landwirt“ 1896, 11. Nov.; cfr. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. VII, 51.

Haftbarkeit auf den Blättern zeigte dieselbe Reihenfolge. Nach den Versuchen von F. Guozdenović (s. oben) ist es empfehlenswert, neben der Bespritzung mit Bordeauxbrühe noch eine Bestäubung der jungen Träubchen mit Kupfervitriolschwefelmischung vorzunehmen. Auch der Zusatz von Kaliumpermanganat (100 g pro 1 hl) hat sich recht gut bewährt, da diese Verbindung absolut pilztötend ist; empfehlenswert erscheint diese Beimischung in regenreichen Jahren, wenn eine besonders heftige Invasion zu befürchten ist. Endlich sei aus der neueren Literatur noch einer gröfseren zusammenfassenden Arbeit von Th. Omeis[1]) Erwähnung getan. Dieser Untersucher gibt der Kupfervitriolsodabrühe den Vorzug vor der Bordeauxbrühe, weil die Herstellungsweise einfacher ist und die Spritze nicht verstopft wird. Die selbstbereiteten Kupferkalk- und Kupfersodabrühen zeigten sich in der Wirkung etwa gleich; doch empfiehlt sich eine Konzentration von 1 %, während schwächere Lösungen unsichere oder keine Wirkung besafsen. Kupferzuckerkalkpulver kommt selbst in 3 %iger Konzentration den 1 %igen Kupferbrühen nicht gleich, ergab aber immerhin noch befriedigende Resultate. Erwähnt mag noch sein, dafs P. Pichi[2]) mit reinem Kupfervitriol gearbeitet hat, das er aber nicht auf die Blätter spritzte, sondern dem um den Stock aufgelockerten Boden in flüssiger oder gepulverter Form zuführte. Er erzielte damit beachtenswerte Erfolge; jedenfalls geht aus seinen Versuchen hervor, dafs diese Behandlung des Bodens eine wertvolle Unterstützung der Blattbespritzung ist.

Nach allen Versuchen erscheint es durchaus nicht gleichgültig, zu welcher Zeit die Reben gespritzt werden müssen. Man hat gefunden, dafs es am besten ist, die Stöcke im Frühjahr vor der Blütezeit zu bespritzen und dies im Sommer nach der Hauptblütezeit zu wiederholen. Im allgemeinen dürften bei uns diese beiden Spritzungen genügen; italienische Forscher empfehlen für feuchte Nachsommer und zur Verhütung eines Widerausbruches der Krankheit durch Infektion aus den Knospen eine nochmalige Widerholung im August. Vielfach wird eine dreimalige Bespritzung auch bei uns empfohlen, so von E. Beinling[3]), der den besten Erfolg erzielte, wenn er vor der Blüte, nach der Blüte und 4 bis 5 Wochen später noch einmal spritzte.

Da nach den beigebrachten Erfahrungen ein Zweifel über die ganz hervorragende Wirkung der Bordeauxbrühe als Mittel gegen die Plasmopara nicht mehr herrschen kann, so erscheint es auch erklärlich, dafs in allen weinbauenden Ländern das Bespritzen damit durchgeführt wird. In einigen Kantonen der Schweiz ist man sogar so weit gegangen, durch Gesetz die dreimalige Bespritzung am 20. Juni, 20. Juli und 20. August obligatorisch zu machen. Für Italien forderten Ferrari und Cuboni behördliche Erlasse nach dieser Richtung. In den meisten Ländern, namentlich wenn die Weinbaubezirke lokalisiert sind, haben die private, sowie die genossenschaftliche Tätigkeit eine Einigung über die Termine des Bespritzens angebahnt, die durch schöne Erfolge in der Bekämpfung belohnt worden ist.

---

[1]) Über die Wirksamkeit der verbreitetsten Peronospora-Bekämpfungsmittel in Jahrb. der landwirtsch. Kreisversuchsstation zu Würzburg, 1902. — Von älteren Arbeiten sei besonders die von Galloway erwähnt, die in Ztschr. f. Pflanzenkr. I, 33 ausführlich besprochen ist.

[2]) Alcuni esperimenti fisiopatologici sulla vite in relazione al parassitismo della peronospora in Nuov. Giorn. Bot. Ital. XXIII, 1891, S. 361.

[3]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten II, 1892, S. 207.

Wie bei der Kartoffelkrankheit so äufsert auch hier die Bordeauxbrühe die Wirkung, dafs die Blätter länger frisch grün und am Stocke bleiben. C. RUMM[1]) konstatierte eine viel gröfsere Zahl von Chlorophyllkörnern im Blattparenchym, was sich wahrscheinlich durch einen chemotaktischen Reiz des Kupfers, der ohne Stoffaufnahme zustande kommt, erklären läfst. Ob die EWERT'schen Anschauungen (vergl. S. 148) auch hier Geltung haben, steht noch dahin. Nebenbei sei dann noch bemerkt, dafs der von gekupferten Trauben herrührende Wein nur geringe Spuren von Kupfer enthält, und dafs auch die Gärung dadurch nicht verzögert wird.

Zum Schlufs soll noch der Bekämpfung mit Lysol Erwähnung getan werden. L. SIPIÈRE[2]) empfiehlt nach seinen Versuchen eine Lysollösung von etwa 4 bis 7 pro Mille (c. $^1/_2$ %), die alle Parasiten abtötete und der Vegetation der Reben nichts schadete. Die Vorteile für das Laub sind dieselben wie bei Behandlung mit Bordeauxbrühe, nur dafs das Laub dunkelgrün bleibt und nicht blaugrün erscheint. Für die Lysollösung spricht ferner ihre bedeutend bequemere Herstellung und Handhabung, ihre Ungefährlichkeit für das Vieh und endlich ihr um etwa ein Drittel billigerer Preis gegenüber der Bordeauxbrühe. Diese Angaben bedürfen noch vielfacher Nachprüfung.

Die Gattung *Plasmopara* enthält noch eine Reihe von schädlichen Arten, von denen wir einige kurz besprechen wollen. *P. nivea* (Ung.) Schroet. tritt als schneeweifser, schimmelartiger Überzug an den Blättern von Umbelliferen recht häufig auf. Die Konidienträger brechen meist unterseitig aus den Spaltöffnungen hervor, verzweigen sich baumförmig und tragen an der Spitze der letzten Auszweigungen kuglige Konidien, die Zoosporen bilden. Die Oogonien besitzen eine hellbraune, glatte Membran. Der Pilz kommt in ganz Europa und Amerika vor und tritt auch gelegentlich an kultivierten Umbelliferen auf; besonders sucht er Mohrrüben und Petersilie heim, doch ist er als Schädling auch an Kerbel, Pastinak, Anis, *Pimpinella Saxifraga* beobachtet worden. In Nordamerika erzeugt auf vielen Kompositen *P. Halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni Blattkrankheiten; von kultivierten Arten werden namentlich *Helianthus annuus* und *tuberosus*, sowie *Madia sativa* befallen. Hauptsächlich auf Amerika beschränkt ist *P. cubensis* (Berk. et Br.) Humphr. (= *P. australis* [Speg.] Swingle, *Pseudoperonospora cubensis* Rostowz.), eine Art, die besonders an Gurken, Kürbissen, Melonen beträchtlichen Schaden anrichtet. Der Pilz war ursprünglich nur von wilden Cucurbitaceen in Südamerika und auf Cuba bekannt geworden und befiel dann in Nordamerika die Kulturen von Gurken und Kürbissen[3]). In Rufsland wurde die Krankheit auf Gurken im Jahre 1902 von S. ROSTOWZEW[4]) gefunden, in Ungarn trat sie nach M. LINHART[5]) 1903 auf, in demselben

---

[1]) Zur Frage nach der Wirkung der Kupferkalksalze bei Bekämpfung der Peronospora viticola in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XI, 1893, S. 445; ferner ebenda S. 79.

[2]) Du Mildew, son traitement par un procédé nouveau le Lysolage in Rapport sur les expériences faites par lui dans d'Hérault présenté à l'Acad. des Sc. 28. janv. 1895.

[3]) Vergl. HUMPHREY in VIII Ann. Rep. Massach. Agric. Exp. Stat. 1891, Nr. 33; SIRRINE, F. A., and STEWART, F. C., Spraying Cucumbers in the Season of 1898 in New York Agric. Exp. Stat. Bull. Nr. 156; SELBY, A. D., Additional host plants of Plasmopara cubensis in Bot. Gaz. Jan. 1899, S. 67.

[4]) Beiträge zur Kenntnis der Peronosporeen in Flora, vol. 92, 1903.

[5]) Die Peronospora recte Pseudoperonospora, Krankheit der Melonen und Gurken in Ungarn in Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten XIV, 1904, S. 143.

Jahre nach L. Hecke [1]) bei Wien, und nach E. Cazzani [2]) in Oberitalien. In Ungarn wurden bis 80% der Melonenfelder vernichtet. Die Blätter zeigten gelblichbraune eckige Flecken, die auf der Unterseite von einem violettgrau gefärbten, mehr oder weniger dichten Schimmelüberzuge bedeckt waren. Schliefslich vertrocknen die Blätter ganz, ebenso die Ranken. Die Früchte haben sich zwar pilzfrei gezeigt, aber sie blieben klein und zuckerarm. Zur Bekämpfung bespritzt man die Pflanzen mit Bordeauxbrühe von 1 bis 1,5%, sobald sich die erste Spur des Pilzes zeigt; nach etwa 14 Tagen wiederholt man die Prozedur. Dafs daneben zur Vernichtung der Oosporen das alte Laub verbrannt und womöglich der Gurken- und Melonenbau auf einmal infizierten Feldern einige Jahre ausgesetzt werden mufs, erscheint selbstverständlich. Endlich seien noch die Arten *P. pygmaea* (Ung.) Schroet. auf Ranunculaceen, wie *Anemone*, *Aconitum*, *Thalictrum*, *Isopyrum* usw., *P. densa* (Rabenh.) Schroet. auf *Alectorolophus*- und *Euphrasia*-Arten und *P. Celtidis* Waite auf *Celtis occidentalis* erwähnt. Alle diese Arten können gelegentlich einmal auf Kulturpflanzen lästig werden, ohne indessen allzu grofsen Schaden zu stiften.

Die Gattung *Bremia* Regel, die uns jetzt beschäftigen soll, besitzt wiederholt dichotom verzweigte Konidienträger, welche an den Spitzen der äufsersten Zweige eine kleine flache Platte tragen; ihr Rand ist mit zwei bis acht kleinen Spitzchen besetzt, deren jedes eine kuglige oder ellipsoidische, mit Endpapille versehene Konidie erzeugt. An dieser Papille treibt die Konidie mit einem Keimschlauch aus. Die Oosporen sind kuglig, mit hellbrauner, glatter oder warziger Membran. Die einzige Art, *Bremia Lactucae* Regel (= *Peronospora gangliformis* de By.), befällt eine grofse Anzahl von Kompositen in Europa und Nordamerika, so z. B. die Gattungen *Senecio, Cirsium, Lactuca, Hieracium, Sonchus, Cichorium, Cynara* usw. Besonderen Schaden stiftet er bei den Artischocken (*Cynara Cardunculus*), bei jungen Cinerarien (*Senecio hybridus*) und endlich beim Salat (*Lactuca sativa* und *Cichorium Endivia*). Vor allen Dingen macht er sich beim Salat lästig, indem er die jungen Blättchen befällt und sie zum Abtrocknen und zur Schwärzung bringt. Die Krankheit ist in den Treibkästen und Gewächshäusern recht häufig und kommt namentlich beim Versand des Salates, wenn die Pflanzen fest zusammengepackt sind, zum Ausbruch. In Frankreich, wo die Krankheit unter dem Namen „Le Meunier“ bekannt ist, wird dem schwunghaften Handel mit früh getriebenem Salat oft ein recht empfindlicher Schaden dadurch zugefügt. Die Bekämpfung der Krankheit gestaltet sich jetzt aussichtsvoller als früher, obwohl natürlich immer die Wiedereinschleppung des Pilzes durch wilde Kompositen zu befürchten ist. Deshalb ist notwendig, die dem Pilze ausgesetzten Unkräuter zu entfernen, die kranken Pflanzen zu vernichten und in den Kästen oder Häusern die infizierte Erde zu sterilisieren oder zu erneuern. Möglichste Lüftung der Kästen, verständiges Giefsen, weites Pflanzen und Unterstützung des Wachstums zur richtigen Zeit durch Dunggufs dürfte ebenfalls die Krankheit wesentlich beschränken. Man hat aber noch das Mittel versucht, die Pflanzen selbst zu immunisieren.

---

[1]) Über das Auftreten von Plasmopara cubensis in Österreich in Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich 1904.

[2]) Sulla comparsa della Peronospora cubensis in Italia in Atti Ist. Bot. Pavia IX, 1904, S. 6.

E. Marchal[1]) säete zu diesem Zweck Salatsamen in Kristallisierschalen mit Sachsscher Nährlösung aus, der wachsende Mengen von pilztötenden Stoffen beigegeben wurden. Wenn die jungen Pflänzchen zwei bis drei Blättchen entwickelt hatten, so wurden sie mit Konidien der Bremia infiziert und die Schalen mit Glasglocken zum Feuchthalten überdeckt. Drei bis vier Teile Kupfervitriol auf 10000 Teile Nährlösung veranlafste eine deutliche Resistenz der Pflanzen; fünf bis sieben Teile waren die obere Grenze, welche die Salatpflanzen noch gerade vertrugen, ohne allzusehr geschädigt zu werden, geringere Konzentration wirkte nicht. Eisenvitriol gab keine immunisierende Wirkung. Mangansulfat wird zwar bis zu 1% gut vertragen, wirkt aber nicht sicher; dasselbe ist mit Kalisalzen bis zu 2% der Fall. Nitrate und Phosphate machen dagegen die Pflanzen weniger widerstandsfähig. Irgend welche praktische Folgerungen lassen sich leider aus diesen interessanten Versuchen vorläufig nicht ziehen, weil die Applizierung des Kupfervitriols in der dem Pflanzenwuchs noch zuträglichen Konzentration auf grofse Schwierigkeiten stöfst, deren man vorläufig nicht Herr werden kann.

Es bleibt nun noch die Gattung *Peronospora* Corda zu besprechen übrig, von der eine ganze Anzahl Arten Schädigungen von Kulturpflanzen bewirkt. Die Konidienträger verzweigen sich baumförmig und erzeugen Konidien ohne Keimpapille an der Spitze; die Auskeimung erfolgt deshalb seitlich an beliebiger Stelle. Je nachdem die Oosporen mit warzen- oder leistenförmigen Verdickungen versehen sind oder nur eine glatte bis höchstens gefaltete Membran besitzen, unterscheidet man die Sektionen *Calothecae* und *Leiothecae*.

Von den *Calothecae* mit skulpturierter Oogonienmembran seien folgende Arten genannt. *P. Maydis* Racib. hat M. Raciborski[2]) als Ursache einer von den Eingeborenen „Lijer" genannten Maiskrankheit auf Java erkannt. Die Erkrankung tritt an jungen Pflanzen auf und macht sich etwa vom vierten Blatte ab bemerkbar. Die Blätter zeigen eine weifse oder gelblich-weifse oder weifs-grünliche Farbe, bisweilen können sie auch weifsstreifig sein. Wenn einige solcher Blätter gebildet sind, fällt die Pflanze plötzlich um, weil ihr Stengel vollständig faul ist. Im Blattgewebe findet sich das Mycel, das zu den Spaltöffnungen heraus die Konidienträger sendet. In den Blattscheiden der jungen Blätter und besonders im faulen Stengelgewebe zwischen den Gefäfsbündeln bildet das Mycel zahlreiche Oogonien, die eine wenig dicke, mit kleinen warzenförmigen Verdickungen versehene Membran besitzen. Die reifen Oosporen kommen erst im abgestorbenen Gewebe vor. Die Vernichtung der kranken Pflanzen erscheint vorläufig als das einzige Mittel zur Bekämpfung der Krankheit. — *P. Viciae* (Berk.) de By. befällt Papilionaceen, namentlich *Vicia-* und *Lathyrus*-Arten und schädigt besonders Futterwicken, Linsen, Erbsen und in Südamerika *Vicia Faba*. Gelegentlich werden ganze Felder der genannten Pflanzen davon ergriffen und schwer geschädigt. Durch Abmähen des Feldes erzielte man gesunden Nachwuchs; auch Bordeauxbrühe soll gut geholfen haben. — Als dritte Art sei *P. calotheca* de By. genannt, die auf

[1]) De l'immunisation de la laitue contre le meunier in Compt. rend. CXXXV, 1902, S. 1067.

[2]) Lijer, eine gefährliche Maiskrankheit in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XV, 1897, S. 475.

Rubiaceen vorkommt, besonders in *Asperula odorata* und *Galium Aparine*. Auf Caryophyllaceen, wie *Cerastium*, *Alsine, Arenaria, Stellaria* usw., kommt *P. Alsinearum* Casp. vor, von der in Fig. 18, *10, 11* die Befruchtung abgebildet ist.

Die nun zu erwähnenden Arten gehören der Sektion *Leiothecae* mit glatter Oogonienwandung an. Sehr häufig auf Cruciferen, namentlich auf den als Unkräuter überall verbreiteten *Capsella, Thlaspi, Draba, Lepidium, Cardamine, Sinapis, Diplotaxis, Erysimum, Sisymbrium, Alliaria, Berteroa, Alyssum, Dentaria* usw. kommt *Peronospora parasitica* (Pers.) Tul. vor. Der Pilz befällt alle oberirdischen Teile und bedeckt sie mit einem grauweifsen Schimmel. Wenn er sich in Stengeln oder Blütenstielen entwickelt, so ist häufig eine gallenartige Anschwellung der befallenen Stellen zu konstatieren, die durch die massenhafte Bildung der Oosporen im Innern hervorgerufen wird. Häufig findet er sich vergesellschaftet mit *Cystopus candidus* und macht dann den Eindruck, als ob er ein Parasit dieses Pilzes wäre. Die Konidienträger des Pilzes sind mehrfach verzweigt und endigen in feine, herabgebogene Ästchen, die je eine ellipsoidische Konidie tragen. Dieser Pilz beschränkt sich nun nicht auf die Cruciferenunkräuter, sondern geht auf kultivierte Arten über, ihnen beträchtlichen Schaden zufügend. Die Art ist über die ganze Welt verbreitet, tritt aber durchaus nicht regelmäfsig als Schädling auf. Besonders gern scheint er in Gärtnereien auf den jungen Pflänzchen der Levkojen und des Goldlackes aufzutreten. Ebenso findet man ihn auf feineren Kohlarten, wie Blumenkohl und Rosenkohl, nicht selten. Auf Radieschen hat ihn G. v. Beck [1]) nachgewiesen. Kohlrabi und Turnips, ferner Raps und Rübsen haben ebenfalls häufig von ihm zu leiden. Als Bekämpfungsmittel empfiehlt sich in erster Linie die möglichste Ausrottung der wilden Unkrautcruciferen, namentlich von *Capsella bursa pastoris*. Cornu und Curé haben bei Blumenkohlkulturen das Belegen des Bodens mit kupfersulfatgetränkten Brettern empfohlen. Ob aber dies Mittel hilft, darüber ist mir nichts Näheres bekannt geworden.

Als Feind der kultivierten Speisezwiebeln (*Allium Cepa, fistulosum* usw.) erweist sich *P. Schleideni* Ung. Die Pflanzen erhalten ein blasses, oft weifsliches Ansehen, und darauf erscheinen braune, sehr kleine, staubartig feine Punkte; dabei können einzelne Stellen des Blattes oder Schaftes erweichen oder auch dürr werden. Wenn die toten Stellen sehr grofs werden, so stirbt der darüberliegende Teil des Blattes ab. Die braunen Pünktchen werden durch die Konidienträger gebildet, die sich reich baumartig verzweigen und auffällig grofse, ellipsoidische, braunviolette Konidien erzeugen. Auf den durch den Pilz abgetöteten Gewebeteilen siedeln sich häufig andere Pilze an, die dann ihrerseits ebenfalls der Pflanze Schaden zufügen können. Häufig findet sich *Cladosporium*. Ritzema Bos [2]) berichtet über das sekundäre Auftreten von *Macrosporium parasiticum*. Meistens tritt der Pilz erst im Sommer auf und breitet sich bei begünstigenden Witterungsverhältnissen mit grofser Schnelligkeit aus, in kurzer Zeit das Blattwerk und die Blütenschäfte ganzer Felder vernichtend. Bisweilen beginnt die Erkrankung schon im Frühjahr. Als bestes Verhütungsmittel dient ein luftiger, freier Standort, der dem Winde und der Sonne schutzlos preisgegeben

---

[1]) Über eine neue Krankheit der Radieschen in Lotos, 1898.
[2]) Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten IX, 350.

ist. Die Krankheit findet sich in ganz Europa und auch in Nordamerika.

Auf Chenopodiaceen finden sich zwei Arten. *P. effusa* (Grev.) Rabenh. wächst meistens auf wilden *Atriplex*- und *Chenopodium*-Arten, kommt aber gar nicht selten auch auf dem Spinat vor. Der Parasit erscheint auf der Unterseite der Spinatblätter und bildet sich entfärbende, wässerig durchscheinend aussehende, bald verfaulende oder vertrocknende Flecken. Das Mycel überwintert in jungen Spinatpflänzchen, bildet aber darin merkwürdigerweise keine Oosporen, die sonst in den anderen Nährpflanzen gefunden sind. Wichtiger ist *P. Schachtii* Fuck., die die Herzblätter der Runkel- und Zuckerrüben befallen kann. Ergriffen werden nur die jüngeren Runkelblättchen, die hellgrüne, mit welliger Oberfläche versehene Flecken bekommen. Die Unterseite der Flecken bedecken die Konidienträger als weifser, später blaugrauer Überzug. Bei intensiver Erkrankung werden die ganzen Herzblätter ergriffen und erscheinen dann dicklich, grünlich-gelb, gekräuselt und auf einen nestartigen Haufen zusammengedrängt. Die Konidienträger sind mit wenigen Hauptzweigen versehen, die wiederum verästelt sind. Die Konidien besitzen eiförmige Gestalt und schmutzig-violette Farbe. In den befallenen Blättern wurden dickwandige, braune Oosporen gefunden, aufserdem aber überwintert das Mycel im Kopfe der Samenrüben. Die Krankheit trat zuerst in der Provinz Sachsen verderblich auf und wurde von J. Kühn[1]) studiert. Für die Bekämpfung ist natürlich sorgfältige Auswahl der Rüben notwendig, aufserdem hat man in neuerer Zeit Bordeauxbrühe angewandt[2]), die die Krankheit zum Verschwinden brachte und aufserdem den Zuckergehalt der gespritzten Rüben erhöhte. Es erscheint nicht ausgeschlossen, dafs die beiden, Chenopodiaceen bewohnenden Arten identisch sind.

Auf den Keimpflänzchen von Gartenmohn tritt nicht selten *P. arborescens* de By. auf, die auch auf wilden Mohnarten häufig zu finden ist, aber bei älteren Pflanzen nur wenig Schaden anrichtet. Die Blättchen der Keimpflänzchen werden auf der Unterseite von den Konidienträgern grau bestäubt, die ziemlich hoch sind, sich mehrfach verästeln und fast kuglige, farblose Konidien erzeugen. Bisweilen werden auch die jungen Blütenstiele ergriffen und zeigen dann gallenartige Verdickungen und Hin- und Herkrümmungen. Im Innern des Gewebes finden sich die mit einem faltigen Epispor versehenen Oosporen. Merkbarer Schaden entsteht durch den Pilz blofs bei Erkrankung der jungen Pflänzchen.

Von den auf Leguminosen vorkommenden Arten sei zuerst *P. Trifoliorum* de By. erwähnt. Der Pilz findet sich in ganz Europa und in Nordamerika auf vielen Leguminosen, besonders auf *Trifolium*, *Medicago*, *Melilotus*, *Lotus* usw. und wird hauptsächlich schädigend, wenn er die kultivierten Arten von *Trifolium* oder *Medicago* befällt. Die Konidienrasen stehen auf der Blattunterseite auf bleichen Flecken; bisweilen stirbt auch die ganze Pflanze ab. Ob die Angabe von Rostrup[3]), dafs erkrankte *Medicago lupulina* die Tendenz zeige, vier- bis fünfzählige Blätter zu bilden, durch anderweitige Beobachtungen bestätigt ist, kann ich nicht angeben. Die Oosporen finden sich in

---

[1]) Zeitschr. des landw. Centralver. der Prov. Sachsen 1872; Amtsbl. f. d. landw. Ver. im Königreich Sachsen 1873, Nr. 10; Botan. Zeit. 1873, S. 499.

[2]) Frank, Die Krankheiten der Pflanzen II, 77.

[3]) Botan. Centralbl. XXVI, 191.

dem ergriffenen Gewebe. Den Sämlingspflanzen von *Cytisus Laburnum* und *alpinus* wird *P. Cytisi* E. Rostr. gefährlich. E. Rostrup [1]) hatte die Art zuerst in Dänemark festgestellt und gibt an, dafs die Sämlingsbeete in wenigen Tagen vernichtet werden. Die Blätter bekommen braune Flecken, die unterseits einen aschgrauen Schimmel zeigen, der aus sehr feinen, vier- bis fünfmal dichotom verzweigten Konidienträgern besteht. Die Konidien sind eiförmig, hellbraun. Im Gewebe finden sich die dickwandigen, braunen Oosporen. Der Pilz wurde gleichzeitig in Württemberg von O. Kirchner [2]) und in Franken von P. Magnus [3]) beobachtet, in letzterem Falle aber an bereits erwachsenen Pflanzen. Rostrup [4]) empfiehlt als Bekämpfungsmittel das Bespritzen mit Bordeauxbrühe.

Auf *Viola arvensis* und *Riviniana* ist *P. Violae* de By. gefunden worden. Da dieser Pilz in Nordamerika auch auf *Viola odorata* nachgewiesen wurde, so erscheint es nicht ausgeschlossen, dafs er gelegentlich als Schädling in Gärtnereien auftritt. *Primula officinalis* beherbergt die *P. Oerteliana* Kühn, die dadurch bemerkenswert ist, dafs das Mycel im Wurzelstock überwintert und im Frühjahr in die jungen Blätter emporsteigt, ihre Unterseite dicht mit den Konidienträgerrasen überziehend. Auf jungen Pflänzchen der Rapunze (*Valerianella olitoria*) tritt bisweilen *P. Valerianellae* Fuck. verheerend auf. Ihre Konidienträger verbreiten sich über die ganzen Pflänzchen.

Auf der Weberkarde (*Dipsacus fullonum*) richtet bisweilen *P. Dipsaci* Tul. beträchtlichen Schaden an, namentlich wenn der Pilz die Deckblätter der Karden befällt. Diese bleiben dann bleich, ebenso wie die Wurzel- und Stengelblätter, wenn sie erkranken. Da der Anbau der Karden kaum noch irgend welche Bedeutung besitzt, so mag dieser Hinweis auf die Krankheit genügen.

Endlich möchte ich noch einige weniger wichtige Arten dieser Abteilung erwähnen, weil sie unter Umständen doch lästig werden können. Dahin gehören z. B. *P. obovata* Bonord. auf den Stengeln und Blättern von *Spergula arvensis* und *pentandra*, *P. radii* de By. und *P. leptosperma* de By. auf den Blättern und Stengeln von *Matricaria*, *Anthemis*, *Crysanthemum* usw.

Während von den vorstehend genannten Arten die Oosporen bekannt sind und dadurch die Unterbringung in eine der beiden Sektionen ermöglicht wird, hat man bei mehreren Arten noch keine Oosporen gefunden. Dahin gehört vor allem *P. sparsa* Berk. auf Rosenblättern. Die Blättchen bekommen braune Flecken auf der Oberseite, während unterseitig sich ein zarter, grauer Schimmel bemerkbar macht. Die Konidienträger teilen sich dichotom und entwickeln an den letzten haarfeinen, etwas hakig gekrümmten Endzweigen die kugligen Konidien. Die erkrankten Blätter sterben meist ab und fallen zur Erde. Der Pilz tritt in Amerika auf wilden und kultivierten Rosen auf und hat sich seit kaum 40 Jahren auch in Europa gezeigt, namentlich auf Rosen in Gewächshäusern und auf jungen Sämlingspflanzen. Besonders verderbliche Epidemien hat er bei Berlin in den Häusern grofser Rosenzüchtereien und in Schlesien in Sämlingsbeeten verursacht. — *P. Rumicis*

---

[1]) Peronospora Cytisi in Ztschr. f. Pflanzenkr. II, 1892, S. 1.

[2]) Über das Absterben junger Cytisus-Pflanzen in Zeitschr. f. Pflanzenkr. II, 1892, S. 324.

[3]) Hedwigia 1892, S. 149.

[4]) Plantepatologi S. 203.

Corda kommt auf *Rumex acetosa* und *acetosella* vor und bildet die Konidienträger auf der Blattunterseite und auf den Blütenteilen aus. Das Mycel überwintert in der Wurzel und wandert von da aus in die jungen Schosse ein.

Aufser den hier genannten, bisher auf Kulturpflanzen gefundenen Arten gibt es noch eine grofse Zahl von anderen, die auf allen möglichen Nährpflanzen sich finden und vielleicht auch gelegentlich einmal als Schädlinge von Nutzpflanzen auftreten können. Wer sich über diese Arten näher unterrichten will, mufs die systematischen Handbücher[1]) zu Rate ziehen.

Zu erwähnen ist nun noch ein Pilz, dessen Entwicklungsgang noch nicht genügend bekannt ist und der deshalb nur vorläufig von seinem Entdecker an die Peronosporaceen angeschlossen wird. L. Mangin[2]) sieht die Ursache der Krankheit der Efskastanienbäume (Maladie de l'encre, pied noir oder Phylloxera) in Frankreich in einem Parasiten, der in den Mykorrhizen der Kastanienwurzeln sitzt und sie zerstört. Dieser als Oomycet angesprochene Pilz, *Mycelophagus Castaneae* Mang., beginnt seine Tätigkeit an der Wurzelspitze und schreitet allmählich bis zu den älteren Wurzeln an der Stammbasis vor. Er geht nur ausnahmsweise auf ganz kurze Strecken durch den Boden, um eine benachbarte Mykorrhize zu erreichen. Zur Verbreitung auf gröfsere Entfernungen dienen ihm die Rhizomorphen eines anderen Pilzes, mit dessen Mycelfäden er anastomosiert oder in sie eindringt. Hier treten dann bisweilen Fortpflanzungsorgane auf, die den Oosporen der Peronosporaceen gleichen. Weiter ist über den Parasiten noch nichts bekannt geworden. Die Krankheit befällt sowohl junge wie alte Bäume und kehrt sich nicht an verschiedene Bodenbeschaffenheit. Nach der lückenhaften Kenntnis, die wir bisher von dem Schmarotzer besitzen, erscheint es sehr fraglich, ob er hierher gehört oder zu irgend einer anderen Abteilung der Phycomyceten.

B. Zygomycetes.

Die Zygomyceten haben sich dem Landleben vollkommen angepafst; es fehlen ihnen deswegen z. B. die Zoosporen. Ihr Mycel ist ähnlich wie das der Oomyceten unseptiert und ganz unregelmäfsig verzweigt (Fig. 12, *1*), häufig auch unregelmäfsig aufgeblasen oder verengert. Bei älteren Mycelien und an verletzten Stellen treten Scheidewände auf, aber meist nicht in regelmäfsigen Abständen, sondern ganz regellos. Man vergleiche über diese Kammerungswände das auf S. 110 Gesagte. Auch bei Verletzungen, wo durch den Turgor unnütz viel Plasma herausgeprefst werden würde, wird die Wunde durch eine Wand abgeschlossen.

Die Fortpflanzung ist eine ungeschlechtliche und geschlechtliche. Die ungeschlechtliche Fruktifikation findet in Sporangien oder Konidien statt. Die Sporangien sitzen entweder einzeln an unverzweigten oder zu mehreren an verzweigten Trägern; ebenso ist die Form und die

---

[1]) Saccardo, Sylloge Fungorum; A. Fischer in Rabenhorst's Kryptogamenflora; Schroeter in Schles. Krypt.-Flora. Zusammenstellungen der Nährpflanzen Mitteleuropas bringt G. Lindau, Hilfsbuch für das Sammeln parasitischer Pilze. Berlin 1901.

[2]) Sur la maladie du Châtaignier, caussée par le Mycelophagus Castaneae in Compt. rend. CXXXVI, 1903, S. 470.

Zahl der Sporen höchst verschieden. Meistens besitzen die Sporangien (Fig. 13, *2*) eine Columella, indem das Stielende noch ein Stück in den Sporangienraum hineinragt. Häufig zerfliefst bei der Reife die Wandung des Sporangiums, und die Sporen quellen als schleimige Masse heraus. Die Konidienträger sind in ihrer Gestaltung ebenso mannigfaltig und stellen oft stattliche, schöne Gebilde dar.

Die geschlechtliche Vermehrung erfolgt durch die Zygosporen (Fig. 13, *1*). Zu ihrer Bildung wachsen zwei kleine Zweige verschiedener Fäden aufeinander zu und trennen ihre Spitzen durch eine Wand ab. Die an den Mycelfäden liegenden Fadenstücke heifsen Suspensoren, die beiden sich berührenden Gameten. Diese verschmelzen unter Auflösung der Trennungswand miteinander und bilden die Zygospore, die meist eine dicke, dunkelfarbige, mannigfach skulpturierte Wandung besitzt. Dieser Entwicklungsgang modifiziert sich bei den verschiedenen Gattungen nur unwesentlich. Aufser den Zygosporen kommen auch Azygosporen vor, die entstehen, wenn der eine der beiden Kopulationszweige fehlt. Die Zygospore keimt nach längerer Ruheperiode mit einem Keimschlauch aus. Von vielen Arten kennt man die Zygosporenbildung nicht, bei vielen findet sie nur sehr selten statt. Man hat in neuester Zeit [1]) diese sonderbare Erscheinung damit erklärt, dafs die Geschlechtlichkeit bis auf die Mycelien zurückgeht; deshalb kann Zygosporenbildung nur eintreten, wenn Mycelien verschiedener Geschlechter sich treffen.

Aufserdem gibt es noch bei vielen Arten Chlamydosporen (Fig. 13, *5*) und Gemmen; auch hefeartige Sprossung wird bisweilen angetroffen. Da die Zygomyceten nur wenig Interesse für die Phytopathologie bieten, so mögen diese kurzen Andeutungen über ihre Entwicklung genügen.

Man unterscheidet systematisch zwei Ordnungen Mucorineae und Entomophthorineae, von denen die erste Sporangien oder Konidien als Nebenfruchtform besitzt, während die zweite nur Konidien hat, die aber abgeschleudert werden.

Die Mucorineae werden in fünf Familien eingeteilt, die sich durch ihre Nebenfruchtformen leicht charakterisieren lassen. Die Mucoraceae besitzen Sporangien mit Columella, die Mortierellaceae solche ohne Columella, die Choanophoraceae haben neben den Sporangien auch Konidien, die Chaetocladiceae haben einzeln stehende, die Piptocephalidaceae in Reihen entstehende Konidien. Auf die weiteren, noch vorhandenen Unterscheidungsmerkmale zwischen den Familien kann nicht näher eingegangen werden.

In erster Linie wäre das Vorkommen von *Mucor*-Arten bei der Fäule der Früchte zu erwähnen. Zwar können diese Pilze kaum als Parasiten im strengen Sinne des Wortes aufgefafst werden, da die von ihnen befallenen Fruchtgewebe sich im Zustande des Absterbens oder des Abgestorbenseins befinden, man hat es vielmehr mit Saprophyten zu tun, welche bei den eigenartigen anatomischen und chemischen Verhältnissen der Fruchtgewebe zerstörend wirken. C. Wehmer [2]) hat diese Verhältnisse sehr eingehend besprochen, und da für unsere Darstellung die Fruchtfäule nur der Vollständigkeit halber Erwähnung finden kann, so verweise ich auf diese ausführliche Arbeit, die auch

---

[1]) Blakeslee, A. F., Sexual reproduction in the Mucorineae in Proc. Americ. Acad. XL, 1904, S. 205.

[2]) Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze II. Jena 1895.

die ältere Literatur vollständig berücksichtigt. Aufser höheren Pilzen, die noch an ihrem Orte Erwähnung finden sollen, wurden auf Kernobst (Äpfel, Birnen, Mispeln) *Mucor piriformis* A. Fischer, auf Zwetschen *M. racemosus* Fresen. und auf Äpfeln *M. stolonifer* Ehrenb. gefunden. Das Befallenwerden der Fruchtgewebe kann wohl am ehesten aus der anatomischen Beschaffenheit der Gewebe, die bei der Reife gelockert werden, und aus den chemischen Veränderungen, die der Zellsaft erlitten hat, erklärt werden. Es erscheinen daher reife Früchte für die Fäulnis besonders disponiert. Bei Stachelbeeren kommt der gemeine *Mucor Mucedo* L. in Frage.

Besonders interessant ist, dafs gewisse Mucorineen auf anderen schmarotzen, indem sie mit Haustorien in deren Fäden eindringen. So finden sich auf *Mucor Mucedo* die Arten *Chaetocladium Jonesii* Fres., *Ch. Brefeldii* von Tiegh. et Le Monn., *Piptocephalis Freseniana* de By. u. a. Bei Hutpilzen veranlassen viele Mucoraceen das Faulen der Lamellen und Hüte.

Parasitisch auf Blumenblättern von *Hibiscus* in Ostindien findet sich die interessante Art *Choanophora infundibulifera* (Currey) Sacc., die allein im ganzen Pilzreiche Sporangien und Konidien gemeinsam als Nebenfruchtformen besitzt. Eine verwandte Art hat A. Möller[1]) in Brasilien ebenfalls auf *Hibiscus* gefunden, *Ch. americana*. Irgend welchen Schaden stiften diese Pilze nicht.

Mit wenigen Worten soll auch der Familie der Entomophthoraceae gedacht werden, deren Vertreter zwar keine Pflanzenparasiten sind, aber doch dadurch, dafs sie sehr schnell sich ausbreitende Epizootien bei schädlichen Insekten und ihren Larven verursachen, dem Menschen in seinem Kampfe gegen die Pflanzenschädlinge sehr wesentliche Unterstützung angedeihen lassen. *Empusa Aulicae* Reich. befällt sehr häufig forstschädliche Raupen und tötet sie schnell ab. *E. Jassi* Cohn vernichtet die Zwergcicade *Jassus sexnotatus*. *Entomophthora*-Arten erzeugen bei Raupen sehr verderbliche Epizootien. Als einziger Pflanzenschädling der Familie findet sich auf Farnprothallien in Gewächshäusern nicht selten *Completoria complens* Lohde. Das Mycel dieser Art lebt in den Epidermiszellen von Farnprothallien, füllt sie mit seinen lappigen Verzweigungen vollständig aus und wandert durch Haustorien in die Nebenzellen ein, um dort neue Mycelien zu erzeugen. Die Konidienträger sind schlauchförmig, unverzweigt und durchbrechen die Oberhaut der Zellen. An der Spitze entsteht eine kuglige Konidie, die abgeschleudert wird. Auch Dauersporen mit dreischichtiger Membran, deren äufsere dünne Lamelle bräunlich ist, kamen zur Beobachtung.

C. Ascomycetes.

Das Hauptmerkmal der Ascomyceten bildet der Besitz von Schläuchen oder Asci als Hauptfruchtformen. Bereits oben (S. 100) wurde als Definition des Ascus aufgestellt, dafs er ein in allen Punkten regelmäfsig gewordenes Sporangium sei. Mag auch die Deutung des Ascus als Sporangium, wie sie von Brefeld zuerst gegeben worden ist,

---

[1]) Phycomyceten und Ascomyceten. Untersuchungen aus Brasilien. Jena 1901. S. 18. Man vergleiche an dieser Stelle die Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte.

von manchen Seiten in neuerer Zeit auf Grund cytologischer Befunde bezweifelt werden, so ist bisher eine bessere Definition nicht aufgestellt worden, und man hält sich deshalb besser an die durch zahlreiche Beobachtungen gestützten Resultate Brefelds als an die Deutung einzelner Kernvorgänge, deren Richtigkeit noch weiterer Stützen bedarf.

Es steht wohl fest, dafs in der Ascusmutterzelle zwei Kerne vorhanden sind, die durch Verschmelzung den Ascuskern liefern. Dieser teilt sich dann mehrmals und gibt damit den Kernen der Sporen ihren Ursprung. Bei mehreren niederen Formen hat man eine Kopulation von Zellen vor der Bildung der Ascusinitiale gesehen und einen Übertritt des Kerns der einen Zelle in die andere. Durch Kopulation des eingewanderten Kernes mit dem der weiblichen Zelle, wobei auch mehrere Kerne übertreten können, soll dann der Ascuskern entstehen. Da diese Fragen, die in engem Zusammenhange mit dem Streite über die Sexualität der Ascomyceten stehen, uns hier nicht berühren, so mögen diese wenigen Andeutungen genügen.

Jeder Sporenkern im Ascus umgibt sich mit Plasma und umhüllt sich mit einer Membran, die glatt oder skulpturiert, hyalin oder gefärbt, sehr zart oder ziemlich dick sein kann. Da der Ascuskern sich meist dreimal simultan teilt, so findet man in der Regel acht Sporen im Schlauch. Indessen kommen Fälle vor, wo weniger als acht Sporen vorhanden sind, ebenso kann die Zahl sich bedeutend vergröfsern, doch beträgt sie, wenn nicht Unregelmäfsigkeiten bei der Teilung eintreten, stets ein Vielfaches von Zwei. In manchen Fällen (*Taphrina*, *Nectria* usw.) kommt es vor, dafs die Sporen bereits im Schlauch hefeartig aussprossen; dadurch wird dann eine sehr grofse Zahl von Sporen vorgetäuscht, obwohl ursprünglich nur die normale von sechs bis acht vorhanden gewesen ist. Wenn auch die Form der Schläuche in den verschiedenen Gattungen äufserst mannigfaltig ist, so kann sie doch für die Art als sehr konstant gelten. In den meisten Fällen, namentlich bei den höheren Formen, treffen wir einen Stielteil, in dem keine Sporen liegen und der fast leer ist, und einen sporenführenden Teil, der cylindrische oder keulige Gestalt hat.

Die Ausstreuung oder Ausspritzung (Ejakulation) der Sporen erfolgt wohl meist durch starkes Quellen der noch im Schlauch vorhandenen Plasmareste. Die Sprengung des Schlauches findet dabei meist an der Spitze statt, wofür besonders schwache Stellen in Form von Ringlinien oder Löchern vorgesehen sind. Der Schlauch zeigt dann nach der Öffnung einen Rifs oder einen Deckel an der Spitze. In anderen Fällen wird die Schlauchspitze von einem Pfropfen gebildet, der eine andre optische Beschaffenheit zeigt wie die übrige Membran; er zerfliefst entweder oder wird ausgestofsen. In seltenen Fällen zerfliefst die Membran in ihrer Gesamtheit.

Neben dieser Hauptfruchtform sind nun für viele Arten noch Nebenfruchtformen nachgewiesen, die ausschliefslich der Reihe der Konidienfrüchte angehören. Wir treffen also einzelnstehende Konidienträger aller Art, Konidienlager und Pykniden mit einfacher oder gekammerter Höhlung. Aufserdem kommen noch bisweilen Oidien oder chlamydosporenartige Mycelzustände vor, endlich hefeartige Aussprossung der Sporen und Konidien, so dafs diese Klasse alle nur denkbaren Fruchtarten in sich vereinigt.

Von besonderem Interesse ist es nun, dafs sich eine kleine Gruppe von Familien findet, die in ihren Fruchtcharakteren noch auf die

Sporangien der Zygomyceten hinweist, im Mycel aber bereits die typische Septierung der Mycomyceten zeigt. Man bezeichnet diese Übergangsgruppe, die sich durch die askenähnlichen Sporangien (Hemiasken) auszeichnet, als Hemiasci. Ihnen stehen die Euasci mit typischen Schläuchen gegenüber.

Die Hemiasci umfassen nur wenige Familien, von denen eine, die Protomycetaceae, einige interessante Parasiten in der Gattung *Protomyces* aufweist. *Protomyces macrosporus* Unger kommt auf Umbelliferen vor und befällt gelegentlich auch Kulturpflanzen aus dieser Familie, ohne aber nennenswerten Schaden anzurichten. Eine zweite Art, *P. pachydermus* v. Thüm., befällt *Taraxacum officinale*. Das Mycel dieser Pilze kriecht zwischen den Zellen der Gewebe der Nährpflanze und bleibt streng auf einen scharf umschriebenen Herd an den Blättern, Blattstielen, Stengeln oder Blütenstielen beschränkt. Bei der Fruchtbildung zerfällt das ganze Mycel in eine grofse Zahl von Teilstücken, die sich abrunden und zu dickwandigen Chlamydosporen werden. Für diese Sporenbildung wird beinahe das gesamte Mycel aufgebraucht und durch das Wachstum der Sporen entstehen Beulen oder Pusteln an der Nährpflanze. Durch Zerfall der Beulen gelangen die Sporen auf die Erde und machen hier ihre Winterruhe durch, um im nächsten Frühjahr auszukeimen. Bei der Keimung wird die äufsere Membran der Chlamydosporen gesprengt, und die innere tritt als ein dicker Schlauch, dessen Länge sehr wechselnd sein kann, hervor. Der Inhalt sammelt sich an der Spitze des Schlauches an und zerteilt sich in eine sehr grofse Zahl von kleinen Partien, die zu Sporen werden. Die Chlamydospore ist also in ein Sporangium ausgekeimt. Die Sporenballen werden ausgeschleudert, und die Sporen beginnen bei genügender Feuchtigkeit hefeartig zu sprossen. Jede Spore oder Sprofskonidie kann wieder eine Infektion der Nährpflanze hervorrufen.

Ungleich formenreicher und wichtiger ist die grofse Abteilung der Euasci, die sich durch echte, der Definition entsprechende Schläuche auszeichnet. Wir unterscheiden fünf Ordnungen der Euasci, die sich folgendermafsen charakterisieren lassen.

A. Schläuche nicht von einer Hüllenbildung umgeben
  a. Schläuche einzeln stehend — Protoascineae.
  b. Schläuche hymenienartig beisammenstehend — Protodiscineae.
B. Schläuche von Hüllenbildungen umgeben
  a. Schläuche im Fruchtkörper regellos entstehend — Plectascineae.
  b. Schläuche im Fruchtkörper an bestimmter Stelle, meist am Grunde entstehend
    1. Hülle allseitig geschlossen oder sich nur mit einem Loch an der Spitze öffnend — Pyrenomycetes.
    2. Hülle zuletzt halbkuglig, das Hymenium ganz oder sehr ausgedehnt blofsliegend — Discomycetes.

Die erste Ordnung, die Protoascineae, besitzt Schläuche, die entweder durch Umwandlung aus einer vegetativen Zelle entstehen oder einzeln nackt am Mycel ansitzen. Man unterscheidet danach die Familien der Saccharomycetaceae und Endomycetaceae. Die Saccharomyceten oder Hefen sind zwar als Gärungserreger von der gröfsten Wichtigkeit, spielen aber als Krankheitserzeuger bei Pflanzen

keine Rolle. Unter den Endomycetaceen wäre *Endomyces decipiens* (Tul.) Reess zu nennen, der auf den Lamellen von *Armillaria mellea* lebt und sie zur Deformation bringt (Fig. 13, *4*). Über *Endomyces Magnusii* und die Schleimflüsse der Bäume vergl. auf S. 86.

Die Protodiscineae, welche die zweite Ordnung bilden, zeigen bereits eine höhere Differenzierung dadurch, dafs die Asken nicht mehr einzeln stehen, sondern sich zu nackten Lagern zusammenschliefsen. Während unter den Ascocortiaceae keine Pflanzenschädlinge zu finden sind, beherbergen die Exoascaceae ausschliefslich Parasiten, von denen eine ganze Anzahl den Kulturpflanzen Schaden zufügt.

Man unterschied früher bei den Exoascaceen zwei Gattungen, die in verschiedener Art umgrenzt wurden. So definierte J. Schroeter[1]) die Gattung *Exoascus* durch den Besitz von acht- (oder vier-) sporigen Schläuchen, *Taphrina* dagegen durch den von vielsporigen Schläuchen. Als dann O. Brefeld[2]) nachwies, dafs die Vielsporigkeit durch das hefeartige Aussprossen der Sporen zustande kommt, wurde der Unterschied im Besitz von vier Sporen (*Exoascus*) und acht Sporen (*Taphrina*) gesucht. Da es aber nicht möglich ist, festzustellen, ob in jedem Falle die Vielsporigkeit auf Aussprossung sich zurückführen läfst, so versuchte Sadebeck[3]) die Unterschiede durch biologische Merkmale festzulegen. Nach ihm perenniert bei *Exoascus* das Mycel in der Wirtspflanze, und die subcuticulare Hyphenschicht wird ohne Rest in askogene Zellen aufgeteilt; bei *Taphrina* dagegen perenniert das Mycel nicht und die subcuticulare Hyphenschicht wird nicht restlos für die Askenbildung aufgebraucht, sondern es bleiben noch Stielzellen übrig. Auch gegen diese Abgrenzung erheben sich deswegen gewichtige Bedenken, weil dadurch sicher verwandte Arten in verschiedene Gattungen versetzt werden. In neuester Zeit hat denn K. Giesenhagen[4]) die Unterschiede zwischen beiden Gattungen ganz fallen lassen und beide in *Taphrina* zusammengezogen. Er unterscheidet bestimmte Stämme von Arten innerhalb dieser Gattung und definiert sie durch die Gestalt des Ascus. Obgleich sich gegen diese Einteilung einwenden läfst, dafs die Form des Ascus durchaus nicht so konstant ist, wie Giesenhagen annimmt, so bietet sie doch mannigfache Vorteile gegenüber den älteren Anschauungen und soll deshalb hier zugrunde gelegt werden.

Die Entwicklungsgeschichte[5]) wird bei einigen wichtigen Arten weiter unten eingehend besprochen werden. Giesenhagen unterscheidet drei Hauptstämme: Filicinastamm (Unt. Gatt. Taphrinopsis) auf Farnen mit keulenartig nach unten verschmälerten Schläuchen, Betulacstamm (Unt. Gatt. Eutaphrina) auf Julifloren mit plump cylindrischen, oben mehr oder weniger flach abgestutzten Schläuchen und Prunistamm (Unt. Gatt. Euexoascus) auf Rosifloren mit keulenförmigen bis schmal cylindrischen, oben mehr oder weniger abgerundeten Schläuchen. Von diesen drei Untergattungen kommt Taphrinopsis

[1]) Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenform. Pilze I.

[2]) Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie, Heft X.

[3]) Die drei wichtigsten Hauptarbeiten finden sich in dem Jahrb. d. Hamburg. Wiss. Anstalt I, 1884, VIII, 1890, und X, 1891.

[4]) Flora LXXXI, 1895, S. 267; Botan. Zeit. 1901, S. 117.

[5]) Über die Anatomie vergl. die Arbeit von W. G. Smith, Untersuchung der Morphologie und Anatomie der durch Exoasceen verursachten Sprofs- und Blattdeformationen in Forstl. Naturwiss. Zeitschr. III, 1894, S. 420.

für uns nicht in Betracht, weil die dazu gehörigen Arten nur wilde Farne angreifen.

Wichtiger sind die Arten der Untergattung Eutaphrina, die auf Nährpflanzen aus der Gruppe der Julifloren beschränkt sind. Die Arten der Gattung *Alnus* beherbergen mehrere Schmarotzer, unter denen *Taphrina Tosquinetii* (Westend.) Magn. am bekanntesten ist. Das Mycel dieses Pilzes überwintert in den Knospen und wächst von da in die jungen Blätter und weiblichen Kätzchen von *Alnus glutinosa*, *incana* und dem Bastard beider hinein. Es wird ein zusammenhängendes, subcuticulares Hymenium gebildet. Die vom Pilze ergriffenen Blätter werden kraus und wellig und vergröfsern sich gleichzeitig ganz bedeutend. Wenn die Schläuche hervorbrechen, sehen sie wie mit einem grauen Reif bedeckt aus; später trocknen sie zusammen, werden schwarz und fallen vorzeitig ab. Die Fig. 23 zeigt einen Querschnitt durch ein Blatt mit den Schläuchen. Wenn die Kätzchen befallen werden, so bilden sich einzelne Schuppen zu taschenähnlichen Gebilden um, wie es Fig. 24 zur Anschauung bringt. Häufig verwechselt mit dieser Art wird *T. Sadebecki* Johans. Das Mycel überwintert nicht und bildet besonders an der Unterseite der Blätter subcuticulare Hymenien, die auf runden, gelblichen oder grauweifsen Flecken stehen. Die Sporen sind etwas

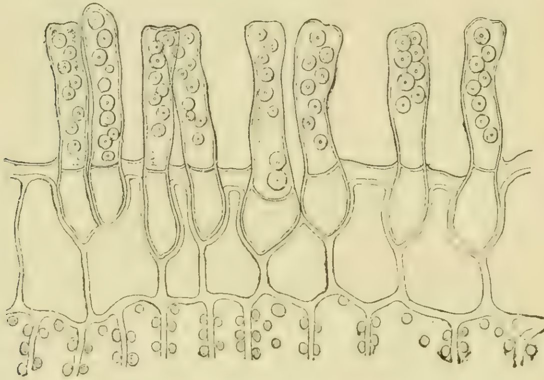


Fig. 23. Querschnitt durch ein von *Taphrina Tosquinetii* (West.) Magn. befallenes Erlenblatt. (Nach Sorauer.)



Fig. 24. Durch *Taphrina Tosquinetii* (West.) Magn. deformierte Schuppen von Erlenkätzchen. (Nach Sorauer.)



Fig. 25. Ein von *Taphrina aurea* (Pers.) Fr. befallenes Pappelblatt. (Nach Sorauer.)

gröfser als bei ersterer Art. Überwinterndes Mycel besitzt *T. epiphylla* Sadeb., die auf *Alnus incana* die Blätter eines ganzen Sprosses befallen kann und sie auf beiden Seiten mit grauen Askenlagern überzieht. Endlich ist noch die seltenere *T. Alni incanae* (Kühn) Magn. zu erwähnen, welche bei *Alnus*-Arten die Deckschuppen der Zäpfchen befällt und sie zu taschenartigen, zuerst rosenrot gefärbten, später nach Ausbildung der Asken weifs angehauchten Gebilden umformt.

An Pappelarten treten ebenfalls mehrere Arten von Taphrina auf, von denen *T. aurea* (Pers.) Fries am bekanntesten ist. Das nicht überwinternde Mycel bildet in den Blättern an der Unterseite ein subcuticulares Hymenium aus und treibt die Blattlamina blasig auf; die konkave Unterseite der Blase ist goldgelb gefärbt. Die Fig. 25 zeigt ein Pappelblatt, das mit solchen Auftreibungen versehen ist. Dagegen kommt ausschliefslich auf Pappelfrüchten *T. Johansoni* Sadeb. vor, deren in den Knospen überwinterndes Mycel in die jungen Früchte hineinwächst und sie zu abnormer Vergröfserung veranlafst. Bei beiden Arten sprossen die Sporen im Schlauch hefeartig aus, wodurch in reifem Zustande die Schläuche mit vielen kleinen Sporen vollgestopft erscheinen. Neben *T. Johansoni* wird noch eine andere Art *T. rhizophora* Johans. unterschieden, die die Karpelle von *Populus alba* deformiert.

T. Carpini Rostr. befällt *Carpinus Betulus*; das Mycel perenniert in den Zweigen und verursacht die Bildung von grofsen, dichten Hexenbesen. Auf der Unterseite der Blätter brechen die Hymenien hervor. Ähnliche Hexenbesen erzeugen auf Birken *T. betulina* Rostr. und *T. turgida* Sadeb., die sich hauptsächlich durch die Form der Asken unterscheiden. *T. Betulae* (Fuck.) Johans. dagegen befällt nur die Birkenblätter und verursacht auf ihnen weifse bis gelbliche Flecken. Endlich sei noch erwähnt, dafs an Ulmen *T. Ulmi* (Fuck.) Johans. auf den Blättern und an Eichen *T. coerulescens* Tul. ebenfalls auf den Blättern vorkommen. Alle diese Arten der Untergattung Eutaphrina haben für die Phytopathologie wenig Interesse, obwohl sie Pflanzen befallen, die forstlichen Wert besitzen. Nachweislichen Schaden hat bisher keine dieser Arten angestiftet.

Viel wichtiger als Erreger von Krankheiten der Obstpflanzen sind die Arten der Untergattung Euexoascus, die auf Rosifloren anzutreffen sind.

Die bekannteste und den meisten Schaden verursachende Art ist *T. Pruni* (Fuck.) Tul., welche die Früchte von *Prunus domestica*, *virginiana* und *Padus* deformiert. Die Krankheit findet sich häufig in allen Zwetschen bauenden Ländern[1]), und die deformierten Früchte haben die Benennungen Narren, Taschen, Schoten, Hungerzwetschen, Turcas, Pochette, Bladderplum, Plumpocket erhalten. Die jungen Früchte bilden sich nach der Blüte zu meist seitlich zusammengedrückten, grünen, später weifs oder ockerfarbig überpuderten Taschen heraus, die die Gröfse einer normalen Pflaume oder darüber erreichen (Fig. 26, *1 t*). Obgleich die Krankheit seit sehr langer Zeit bereits bekannt ist, suchte man die Ursache davon bald in der nafskalten Witterung während der Blütezeit, bald in der Einwirkung von Insekten (Gallenbildung). Die wahre Ursache, also den Pilz, entdeckte erst 1861

---

[1]) Für Nordamerika vergl. besonders die Arbeit von G. F. Atkinson, Leaf curl and plum pockets in Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Bull. 73, 1895.

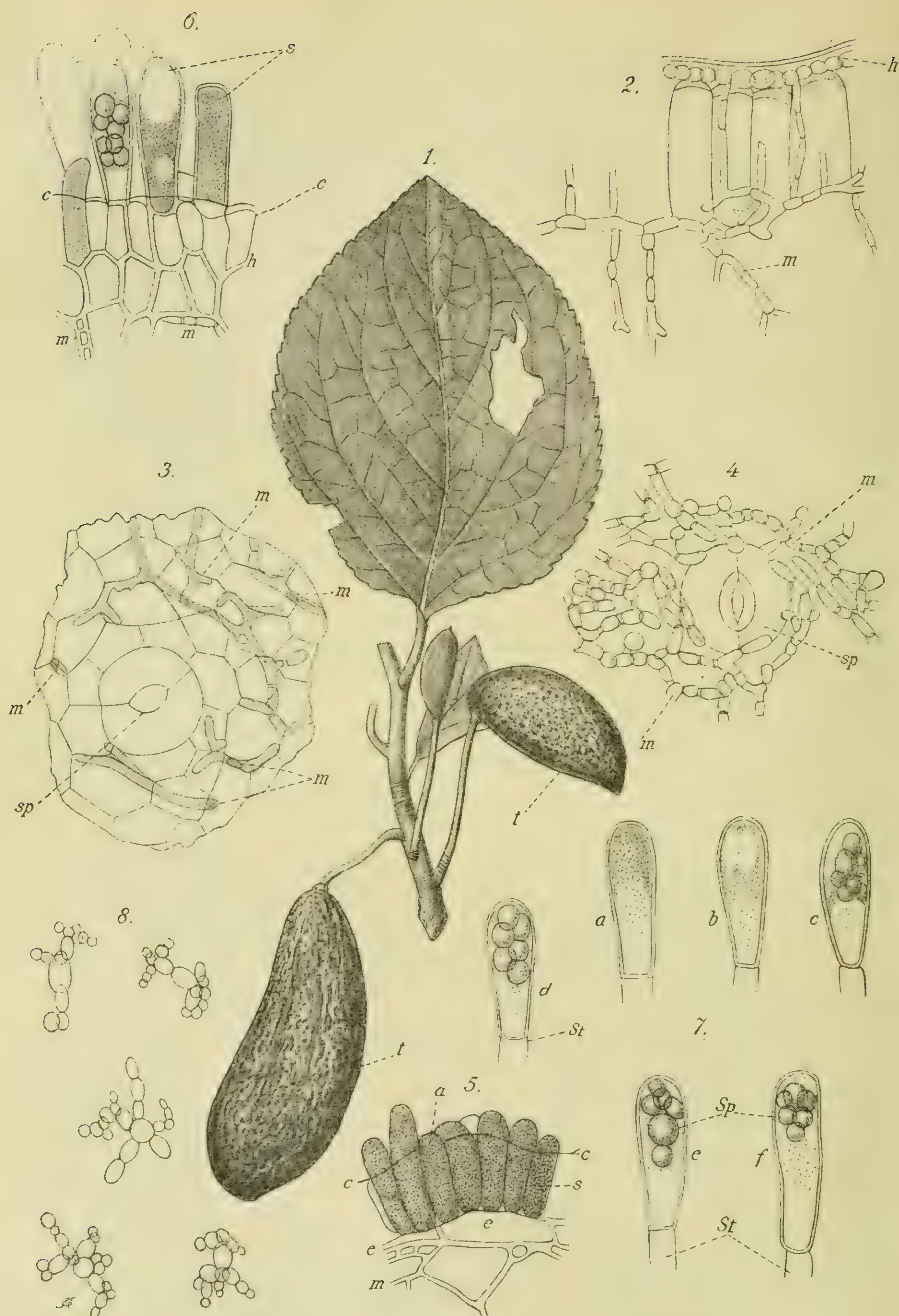


Fig. 26. Narrentaschen der Pflaumen durch *Taphrina Pruni* (Fuck.) Tul.

1 Zweig mit Taschen *t*. *2* Mycel, noch meist langgegliedert mit der subcuticularen Schicht *h*. *3* noch langgliedriges Mycel *m* von der Fläche gesehen, *sp* Spaltöffnung. *4* dasselbe, aber Mycel bereits kurzgliedrig. *5* Streckung der subcuticularen Zellen zu Schläuchen *s*, Abhebung der Cuticula *c* und Zerreifsung bei *a*,, *e* Epidermis, *m* Mycel. *6* die Schläuche *s* der Hymenialschicht *h* haben die Cuticula *c* durchbrochen und schicken sich zur Sporenbildung an. *7*, *a*—*f* allmähliche Ausbildung der Sporen *sp*, *st* Stielzelle. *8* hefeartig sprossende Ascosporen. (Nach Sorauer.)

L. Fuckel, einige Jahre später hat dann A. de Bary[1]) die vollständige Entwicklungsgeschichte veröffentlicht.

In der Regel treten die Taschen kurz nach der Blütezeit Ende April oder Anfang Mai in die Erscheinung. Von den gesunden, jungen Früchten unterscheiden sie sich zunächst durch ihre bleiche, gelbliche, bisweilen rötliche Farbe; die Oberfläche ist unregelmäfsig warzig oder runzlig, und die flachen Erhabenheiten oder Vertiefungen sind glatt und glänzend. Später zeigt sich ein äufserst zarter, matter Überzug, der erst weifs und später ockergelb ist und flaumig wird, bis schliefslich die Oberfläche braune Flecken erhält und die ganze Tasche unter Auftreten von Schimmelpilzen zusammenschrumpft und bald abfällt. Das Innere der weiten Tasche nimmt ein mit Luft erfüllter Hohlraum ein, an dessen oberer Wandung die mehr oder weniger vollkommen ausgebildeten Samenknospen sitzen. Von Insekten angestochene Taschen wurden bisher wenig beobachtet.

Sämtliche Taschen eines Baumes befinden sich annähernd im gleichen Entwicklungsstadium und sind bereits etwa 14 Tage nach der Blüte als solche erkennbar. Ihre definitive Gröfse erreichen sie etwa in acht Tagen. Wenn die Taschenbildung deutlich zu werden beginnt, haben die gesunden, dunkelgrünen Fruchtknoten der Zwetsche etwa 10 mm Länge. Die Fruchtwand läfst bei ihnen schon zwei deutlich voneinander gesonderte Schichten erkennen, von denen die innere, welche später den Stein bildet, aus kleinen, zartwandigen, isodiametrischen Zellen besteht; die dickere äufsere Schicht dagegen wird aus einer durchscheinenden, grofszelligen Parenchymmasse gebildet, die von zahlreichen Gefäfsen durchzogen wird. Diese scharfe Abgrenzung fehlt bei dem zur Tasche auswachsenden Fruchtknoten, indem die innere, kleinzellige Gewebeschicht ganz allmählich in die äufsere, grofszellige übergeht. Die Zellen der letzteren sind aber nicht so grofs und nicht so derbwandig wie bei dem normalen Fruchtknoten, und daraus ergibt sich, dafs zur Bildung der Tasche eine abnorme Zellvermehrung eintritt. Parallel mit der Ausdehnung der Tasche geht häufig die von dieser umschlossene Samenknospe, die sich sonst nicht von der normalen unterscheidet, eine Längsstreckung ein, krümmt sich und wird auf ihrer Oberfläche riefig und runzelig.

Auf Schnitten findet man bei den jüngsten Stadien der Taschenbildung ein zartwandiges Mycel, das im Leptom der Gefäfsbündel einherzieht. Die verzweigten Fäden dieses Mycels (Fig. 26, *2*, *3*, *4*) sind durch zahlreiche Querwände in unregelmäfsige, bald kürzere und dickere oder längere und dünnere Glieder geteilt, deren Querwände meist viel dicker als die Längswände erscheinen, wodurch ein ganz charakteristisches Aussehen des Mycels bedingt wird. Es gelang de Bary, das Mycel nicht blofs im Gefäfsbündel, sondern auch rückwärts im Stiel der Tasche und im Bast des Zweiges zu verfolgen. In der Tasche treiben die Mycelfäden sehr zahlreiche Zweige zwischen den Zellen des Parenchyms, bis allmählich, von unten an beginnend, das ganze Taschengewebe vom Mycel durchsetzt ist und namentlich sich zahlreiche Fäden unter der Epidermis hinziehen. Nur die Spaltöffnungen (*sp*) bleiben vom Mycel frei, wie die Flächenansichten in der Fig. 26, *3*, *4* sofort zeigen.

Alsbald drängen sich nun auch Zweige des Mycels zwischen den

[1]) Beiträge zur Morphologie der Pilze I, 1864, S. 33.

Zellen der Epidermis hindurch, um an deren Aufsenseite umzubiegen und sich auf diese Weise unmittelbar unter der sich abhebenden Cuticula weiterzuverbreiten (Fig. 26, *2*). Durch fortwährende Verästelung und Querwandbildung entsteht schliefslich zwischen der Oberseite der Epidermiszellen und der Cuticula ein dichtes Mycelnetz, dessen Zellen kaum doppelt so lang wie breit sind. Schliefslich strecken sich diese Zellen senkrecht zur Oberfläche, so dafs sie die Form kleiner Cylinder annehmen, die reichlich mit Plasma angefüllt sind (Fig. 26, *5* von der Tasche von *Prunus Padus*). Die cylindrischen Zellen wachsen zu Schläuchen aus und durchbrechen die Cuticula (*c*) der Oberhaut (Fig. 26, *5*, *6*). Die Schläuche sind keulig, oben abgerundet und beherbergen das Plasma nur im oberen Teil, während sich an der Basis eine Stielzelle abgesondert hat (Fig. 26, *7*). Die Schläuche stehen sehr eng zusammen und bilden ein lückenloses Hymenium, durch das die Oberfläche der Taschen mattweifs und mehlig erscheint. Bei der Reife wird das Hymenium ockerfarben. In den Schläuchen werden die Sporen (Fig 26, *7*) erzeugt, die kuglig oder breit eiförmig sind und eine hyaline, zarte Membran besitzen. In Wasser oder zuckerhaltiger Nährlösung beginnen die Sporen hefeartig zu sprossen (Fig. 26, *8*). Bisweilen beginnt die Sprossung schon im Ascus, der dann vielsporig wird. Die Sprossung dauert bei geeigneter Nährstoffzufuhr unendlich lange; die Sprofszellen rufen keine Gärung hervor. Wie sich die Sporen bei der direkten Infektion der Nährpflanze verhalten, hat sich noch nicht feststellen lassen, weil alle Infektionsversuche bisher fehlgeschlagen sind.



Fig. 27. Durch *Taphrina Pruni* (Fuck.) Tul. verursachte Taschenbildung der Früchte von *Prunus Padus.*

Während der geschilderte Entwicklungsgang für die Zwetsche gilt, tritt die Taschenbildung bei *Prunus Padus* ein wenig anders auf. Hier beginnt nämlich die Entartung des Fruchtknotens bereits vor dem Aufblühen, und die Kelchröhre wird meist mitergriffen; sie wird schalenförmig mit zurückgeschlagenen, aufgeschwollenen Rändern. Auch die Basis der Staubfäden und bisweilen das Blütenstielchen schwellen an (Fig. 27). Man kann die Entartung von der Achse aus bis auf die Blattstiele und Hauptblattnerven verfolgen, sie erstreckt sich aber nicht aufs Blattparenchym. Da das Mycel sich bereits vor dem Beginn der Taschenbildung verfolgen läfst, so ist damit der Beweis gegeben, dafs es die Ursache der Mifsbildung ist.

Da derselbe Baum oft viele Jahre hintereinander Taschen erzeugt, so läfst sich mit Sicherheit annehmen, dafs das Mycel in den jungen Zweigen überwintert und alljährlich von hier aus die Infektion der Blüten vornimmt. Für die Bekämpfung der Krankheit ist dies zu beachten. Um also die Infektion zu verhüten, müssen die erkrankten Zweige bis auf das ältere Holz zurückgeschnitten werden. Dafs da-

neben das Vernichten der Taschen ebenfalls Erfolg hat, indem es Neuinfektionen zu verhindern vermag, erscheint natürlich selbstverständlich. Wie Rudow[1]) angibt, soll die Ansiedelung des Pilzes durch die von Blattläusen abgeschiedenen Zuckersäfte begünstigt werden; deshalb soll eine sorgfältige Reinigung von Läusen den Baum gegen den Befall durch die Krankheit schützen.

Auf *Prunus spinosa* erzeugt die verwandte Art *T. Rostrupiana* (Sadeb.) Giesenh. ganz ähnliche Taschen, unterscheidet sich aber durch die schlankeren Schläuche von *T. Pruni.* Dieser fast in ganz Europa verbreiteten Art stellen sich die beiden nordamerikanischen zur Seite, *T. Farlowii* Sadeb. auf *Prunus serotina* und *T. communis* (Sadeb.) Giesenh. auf *P. americana, pumila* und *maritima.*

Keine Deformationen der Früchte, sondern Hexenbesen an den Zweigen erzeugt die auf *Prunus insititia* und *domestica* häufig auftretende *T. Insititiae* (Sadeb.) Johans. Die Hexenbesen sind im Frühjahr durch gedrängteren Wuchs und hellere Farbe sowie durch die oft deutlich hervortretenden negativ geotropischen Krümmungen der jüngsten Verzweigungen erkennbar. Der Zweig ist am Grunde des Hexenbesens nur wenig angeschwollen. Im Herbst fallen die Blätter bedeutend zeitiger ab, so daſs die Besen bereits entlaubt sind, wenn die gesunden Äste sich noch ihres vollen Blattschmuckes erfreuen. In den Zweigen des Hexenbesens sowie auch rückwärts noch bis in den Mutterast ist das Mycel leicht zu erkennen, besonders im Rindenparenchym. Das askenerzeugende Mycel findet sich an der Unterseite der Blätter, die bei der Reife der Schläuche mit einem dünnen, grauweiſsen Reife überzogen sind, während die Oberseite wellig gekräuselt ist. Eine erfolgreiche Bekämpfung des Pilzes ist nur möglich, wenn die erkrankten Zweige mit dem in ihnen perennierenden Mycel bis auf das alte Holz zurückgeschnitten werden. Auf *Prunus Chamaecerasus* wurde *T. minor* Sadeb. als Hexenbesenbildner angetroffen.

In Mittel- und Nordeuropa trifft man auf *Prunus Cerasus* und *avium* sehr häufig als Ursache der Hexenbesen die *T. Cerasi* (Fuck.) Sadeb. an. Die von diesem Pilze verursachten Zweighypertrophien können bedeutende Dimensionen annehmen und zu kugligen, aus dichtstehenden Ästchen gebildeten Hexenbesen heranwachsen. An der Ansatzstelle des Hexenbesens am Mutterast befindet sich stets eine mehr oder weniger bedeutende Verdickung. Von hier ab bis in alle Teile des Hexenbesens, selbst in die Blütenteile, zieht sich das Mycel des Pilzes, das an der Unterseite der Blätter die Ascuslager hervorbringt. Die Aussprossung der Sporen im Schlauch ist selten; die Form der Schläuche variiert etwas mehr als bei anderen Arten. Erwähnt mag noch werden, daſs die befallenen Blätter stark nach Cumarin duften.

Ein dem Pfirsichbau ganz besonders schädlicher Pilz ist *T. deformans* (Berk.) Tul.: er hat sein Hauptverbreitungsgebiet in Mitteleuropa, Italien, Dänemark und kommt besonders auch in Nordamerika vor, wo er sehr empfindlichen Schaden in manchen Jahren (z. B. 1897 und 1898) verursacht. Äuſserlich zeigt sich die Krankheit nur an den Blättern, die mehr oder weniger gekräuselt werden, unregelmäſsige Auftreibungen bekommen und bis zur Reife der Schläuche auch an Dicke zunehmen. Auch die Blüten können infiziert werden und zeigen dann starke Hypertrophien. Das Mycel des Pilzes überwintert in den jungen ein-

[1]) Botan. Centralbl. XLII, S. 282.

jährigen Zweigen und läfst sich stets in der primären Rinde, dem Marke und den Markstrahlen nachweisen; im Leptom findet es sich aber nicht. Wenn nun das Austreiben der Blätter beginnt, so wächst es in diese hinein und durchwuchert das Blattgewebe, um schliefslich in bekannter Weise das subcuticulare Hymenium anzulegen. Sehr merkwürdig ist, dafs der Pilz auf die ergriffenen Schosse beschränkt bleibt; er geht nicht in die neugebildeten Zweige, die Johannistriebe, über. Dadurch erklärt es sich, dafs die Krankheit im zeitigen Frühjahr beim Austreiben der Schosse beginnt und gegen den Sommer, wenn die Blätter zerstört sind, wieder erlischt. Die Blütenproduktion und damit der Fruchtertrag werden schwer geschädigt. Die befallenen Stücke der Zweige sind etwas dicker als die normalen. Die Schläuche sind cylindrisch, oben meist abgerundet und messen 35 bis 40 μ in der Länge und 9 bis 10 μ in der Breite. Die Stielzellen sind nach unten etwas zugespitzt und ragen ein wenig zwischen die Epidermiszellen hinein. Meist finden sich acht eiförmige Ascosporen, die nach ihrem Freiwerden gewöhnlich mit Keimschlauch austreiben. Über die Infektion der Zweige weifs man noch nichts, obwohl es wichtig wäre, zu wissen, ob die Infektion bereits im Frühjahr während des Bestehens der Krankheit oder erst nach der Winterruhe der Sporen im Boden erfolgt.

Zur Bekämpfung der Krankheit ist vor allem der Umstand zu berücksichtigen, dafs nicht alle Pfirsichsorten die gleiche Empfindlichkeit zeigen. So zeigte v. Derschau[1]), dafs die hochkultivierten späten Sorten besonders empfindlich sind, ebenso unter den frühen Sorten „Rivers“ und „Bon ouvrier“. Dagegen sind „Aigle de mer“ und „Lord Palmerston“ widerstandsfähiger. Indessen scheint die Immunität mancher Sorten vom Klima der Gegend, in der sie gebaut werden, abhängig zu sein[2]). Zu den begünstigenden Momenten gehört ferner die Witterung während des Ausbruches der Krankheit; namentlich fördert feuchtes Wetter das Wachstum des Pilzes. Gute Erfolge hat man mit Spritzmitteln erzielt, namentlich mit Bordeauxbrühe, welche gegenüber allen andern Mitteln am besten wirkt und am billigsten ist. Nach zahlreichen Versuchen von A. D. Selby[3]), B. M. Duggar[2]) und N. B. Pierce[4]) hat sich dreimaliges Spritzen am besten bewährt; die erste Bespritzung soll im zeitigen Frühjahr vor Beginn der Blütenentfaltung stattfinden, die zweite nach der Blütezeit und die dritte (und vierte) nach voller Entfaltung der Blätter. Am wichtigsten ist die erste Bespritzung, wodurch fast alles Laub gerettet werden kann.

Eine ähnliche Kräuselkrankheit findet sich auch bei der Mandel. Es ist noch nicht erwiesen, ob sie ebenfalls von *T. deformans* hervorgerufen wird; R. Sadebeck zieht es in Zweifel.

Zu erwähnen sind von der Untergattung Euexoascus noch *T. Crataegi* (Fuck.) Sadeb. auf *Crataegus Oxyacantha*. Der Pilz bringt nicht blofs auf den Blättern und Blüten Flecken und Blasen hervor, sondern bildet

---

[1]) Über Exoascus deformans in Landwirtsch. Jahrb. 1897, S. 897.

[2]) B. M. Duggar, Peach leaf-curl and notes on the shot-hole effect of peaches and plumes in Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Ithaca Bull. Nr. 164, 1899.

[3]) Can leaf-curl of the peach be controlled? in Journ. of the Columbus Hortic. Soc. 1898 und Further studies upon spraying peach trees and upon diseases of the peach in Ohio Agric. Exp. Stat. Wooster Bull. Nr. 104, 1899.

[4]) Peach leaf-curl: its nature and treatment. U. S. Dep. of Agric. Dep. of Veg. Phys. and Path. Washington Bull. Nr. 20, 1900. Diese mit vielen Tafeln geschmückte Arbeit ist eine schöne monographische Studie der Krankheit.

auch bisweilen an den jüngsten Zweigen Hexenbesen. Weit verbreitet in Europa ist auch *T. bullata* (Berk. et Br.) Tul. auf Blättern der verschiedensten Birnensorten und auf *Cydonia japonica*. Die Schädigungen, die durch sie verursacht werden, scheinen nicht besonders grofs zu sein.

Aufser den bisher besprochenen Untergattungen hat Giesenhagen noch die auf Sapindales vorkommenden Arten als Sadebeckiella unterschieden. Aufserdem existieren auch auf anderen Familien noch einige wenige Arten, von denen aber bisher nur *T. Theobromae* (Ritzema Bos)[1]) genauer bekannt geworden ist und eine gröfsere Beachtung verdient. An den Zweigen des Kakaobaumes treten Hexenbesen auf, deren Hauptäste viel dicker als der Mutterast sind und sich durch ihre negativ geotropische Krümmung sehr auszeichnen. Die Äste wachsen schneller als gewöhnliche Zweige und verästeln sich reichlich. Die Blätter bleiben klein, häufig nur schüppchenartig; bisweilen aber zeigen sie normale Ausbildung. In den Ästen läfst sich Mycel nachweisen, ebenso unterhalb der Ansatzstelle des Hexenbesens. Trotz eifrigen Suchens fand Ritzema Bos bisher nur an den Blättern Gebilde, die den Schläuchen von Taphrina entfernt ähnlich waren, Went hat nichts derartiges gesehen. Wenn es auch wahrscheinlich ist, dafs die „Krulloten“ des Kakaobaumes von einer Taphrina erzeugt werden, so ist es doch bisher nicht gelungen, den vollgültigen Beweis zu führen. Vielleicht kann die Deformation der Kakaofrüchte in Surinam (Versteende Vruchten) auf denselben Pilz zurückgeführt werden. Als Bekämpfungsmittel hatte Ritzema Bos das Ausschneiden der Hexenbesen und die Stärkung der Widerstandskraft der Kakaopflanze durch Entwässerung des Bodens empfohlen, indessen scheint nach Went der Erfolg bisher nur ein geringer gewesen zu sein.

Wir kommen nunmehr zur dritten Ordnung der Ascomyceten, zu den Plectascineae. Sie zeichnen sich dadurch aus, dafs sie ihre Schläuche noch regellos am Mycel entstehen lassen, aber bereits durch mehr oder weniger deutliche Hüllenbildung eine Fruchtkörperbildung zeigen. Die erste Familie, Gymnoascaceae, zeigt die unvollkommenste Hüllenbildung, mufs aber hier, weil sie keine Pflanzenparasiten enthält, ausgelassen werden.

Wichtiger sind die Aspergillaceae, die sich durch ihre fest geschlossene Hülle (Peridie) auszeichnen. Die Peridie öffnet sich durch Verwitterung. Die Asken sind meist kuglig oder eiförmig und entstehen einzeln oder büschelförmig an einem besonderen askogenen Gewebe, das das Innere des Fruchtkörpers vollständig durchzieht. Man hat bei *Aspergillus* und *Penicillium* die Entwicklung der Früchte eingehend studiert und gefunden, dafs der erste Anfang auf zwei schraubenförmig sich umwindende Fäden zurückgeführt werden kann. Die Arten der Gattung *Aspergillus* sind meist Saprophyten und siedeln sich nur an abgestorbenen Pflanzenteilen gelegentlich an. Obwohl die Perithecien nicht immer sich vorfinden, können die Arten doch an der Form der Konidienträger mit einiger Sicherheit erkannt werden. Die Konidienträger sind an ihrer Spitze kuglig oder keulig aufgeblasen und tragen auf der Oberfläche der Blasen kleine Sterigmen, die an ihrer

---

[1]) Ritzema Bos, Die Hexenbesen der Cacaobäume in Surinam in Zeitschr. f. Pflanzenkr. XI, 1901, S. 26, und F. A. F. C. Went, Krulloten en versteende vruchten van de Cacao in Suriname in Verh. der Konink. Ak. van Wetensch. Amsterdam 2 ser., X, Nr. 3, 1904.

Spitze je eine Konidienkette erzeugen. Gewisse Arten, die als *Sterigmatocystis* zusammengefafst werden, tragen auf den Primärsterigmen noch mehrere Sekundärsterigmen, an deren Spitze erst die Konidienketten entstehen. Alle bekannten Arten, wie *A. glaucus*, *niger*, *flavus* usw., sind Saprophyten; einige dienen in Ostasien zur Bereitung gegorener Getränke, wie *A. Oryzae* und *Wentii*; endlich kommen einige im Fruchtfleisch tropischer Früchte vor und machen es ungeniefsbar. Dahin gehören *A. Ficuum* in Feigen, *A. Phoenicis* Pat. et Delacr. in Datteln und *A. Strychni* Lindau in Strychnosfrüchten.

Von der Gattung *Penicillium* wäre *P. crustaceum* L. zu nennen. Nach Ausbildung der schraubenförmig sich umwindenden Myceläste entsteht ein Sklerotium durch die sich reichlich verzweigenden Hüllfäden. Aus der Schraube geht wahrscheinlich durch Verzweigung ein askogenes Gewebe hervor, das die Schläuche erzeugt und das sklerotiale Gewebe allmählich aufzehrt. Die Schläuche sind kuglig und enthalten meist acht Sporen, deren Membran mit Leisten versehen ist und durch eine Ringfurche in zwei Hälften geteilt wird. Diese Sklerotien wurden bisher nur wenige Male gefunden; ausschliefslich fast bildet der Pilz Konidienträger, die eine sehr charakteristische Form haben (Fig. 14, *1* auf S. 101). Der Hauptstamm verzweigt sich nach oben, indem unterhalb der Scheidewände ein oder zwei Äste vertikal abgehen; diese Primäräste verzweigen sich ebenso, vielleicht noch mehrere Male, bis zuletzt die äufsersten Äste feine Sterigmen tragen, die an ihrer Spitze je eine Konidienkette erzeugen. Das Ganze gleicht einem Pinsel, woher auch der Gattungsname abgeleitet ist. Im allgemeinen kommt der Pilz nur an pflanzlichen Abfällen und an totem Gewebe vor; es tritt aber bisweilen der Fall ein, dafs der Pilz von totem Gewebe auch auf minder lebensfähiges übergeht. Er ist aber keineswegs als Parasit aufzufassen, sondern es müssen besonders günstige Umstände gegeben sein, um ihn dazu zu machen. So tritt er schädlich als sekundärer Eindringling bei der Ringelkrankheit der Hyacinthenzwiebeln auf, ferner kommt er bei der Fruchtfäule häufig vor; er sucht sich also hauptsächlich solche Pflanzenteile aus, deren Lebensenergie herabgesetzt erscheint.

Endlich mufs noch *Thielavia basicola* Zopf erwähnt werden. Der Pilz findet sich an den Wurzeln sehr vieler Pflanzen, z. B. *Lupinus*-Arten, *Trigonella*, *Onobrychis*, *Pisum*, *Senecio*, *Cyclamen*, *Begonia*, Topfpflanzen in Kalthäusern usw., und bringt sie zum Absterben. Aufser den ziemlich selten auftretenden kugligen Schlauchfrüchten finden sich zweierlei Nebenfruchtformen. Die einen, oidienartige Konidien, werden reihenweise in einer Zelle gebildet und treten aus deren Scheitelöffnung heraus. Die anderen nehmen das Ende kurzer Seitenzweige ein und sehen etwa wie die Sporen von *Phragmidium* aus; sie sind als Chlamydosporen aufzufassen. P. Sorauer hatte bereits die Vermutung geäufsert, dafs der Pilz wohl nur durch ganz besondere äufsere Umstände veranlafst werden könnte, als hervorragender Schädling aufzutreten. Diese Anschauung ist durch die Kulturversuche von R. Aderhold[1]) bestätigt worden, der die Wurzeln von *Lupinus angustifolius* und *Phaseolus vulgaris*

---

[1]) Impfversuche mit Thielavia basicola Zopf in Arb. a. d. Biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtsch. IV, 1905, S. 463. Hier die gesamte Literatur, von der die Arbeiten von Zopf (Zeitschr. f. Pflanzenkr. I, S. 72) und Sorauer (l. c. V, S. 18) hervorgehoben sein mögen.

mit den Konidien und Chlamydosporen impfte, aber immer nur geringe Schädigungen am Wurzelhalse der Pflanzen fand.

Die übrigen Familien, Onygenaceae, Trichocomaceae, Elaphomycetaceae und Terfeziaceae haben als Pflanzenschädlinge keinerlei Bedeutung.

Wir kommen nun zur vierten Ordnung, den Pyrenomycetes, die durch ihren Formenreichtum und die grofse Anzahl wichtiger Schädlinge besondere Beachtung verdienen. Wir unterscheiden nach der Ausbildung der Fruchtkörperhülle vier Unterordnungen, deren jede zahlreiche Familien enthält.

A. Gehäuse kuglig, geschlossen bleibend oder nur schildförmig in der oberen Hälfte ausgebildet und sich dann mit Loch öffnend. Perisporiales.

B. Gehäuse kuglig oder ellipsoidisch, mit scheitelständiger Öffnung.
   a. Gehäuse weich, meist lebhaft gefärbt, nie hart und kohlig. Hypocreales.
   b. Gehäuse fehlend oder hart, schwarz und kohlig.
      1. Fruchtkörper in einem Stroma liegend, ohne besonderes Gehäuse. Dothideales.
      2. Fruchtkörper mit gut differenziertem Gehäuse, mit oder ohne Stroma. Sphaeriales.

Perisporiales.

Die Reihe der Perisporiales zerfällt in drei Familien, die sich durch die Ausbildung der Fruchtkörper voneinander unterscheiden. Die Erysiphaceae besitzen kuglige, allseitig geschlossene Fruchtgehäuse, die mit Anhangsgebilden versehen sind. Das Luftmycel ist farblos und bildet als Nebenfruchtform Konidien nach dem Typus der Gattung Oidium. Die Perisporiaceae besitzen ebensolche Fruchtkörper, aber ohne Anhängsel; das Mycel ist dunkelfarbig und besitzt keine Konidien vom Oidium-Typus. Die Microthyriaceae endlich haben nur ein schildförmiges Gehäuse, das sich oben mit einem Loch öffnet.

Wir beginnen mit der wichtigen Familie der Erysiphaceae (Erysibaceae) oder der echten Meltaupilze. Wie schon der Name besagt, überziehen diese Pilze die von ihnen befallenen Teile der Nährpflanze so, dafs sie wie mit Mehl bestäubt aussehen. Diese vom Mycel gebildeten Überzüge bedecken die Blätter oder Stengel in gleichmäfsiger feiner Schicht und zeigen sich aus meist farblosen, septierten und verzweigten Hyphen zusammengesetzt. Dieses Mycel bildet zuerst Konidienträger, indem sich einzelne Seitenzweige aufrecht erheben und an ihrer Spitze eine meist eiförmige Konidie bilden. Unter dieser Konidie ensteht eine zweite usf., bis eine mehr oder weniger lange Konidienkette zustande kommt. Man hat der eiförmigen Gestalt der Konidien wegen diese Fortpflanzungsart mit dem Namen *Oidium* belegt und nennt auch heute noch die einzelnen Arten so, wenn keine Perithecien auftreten. Eine solches Oidium zeigt die Abbildung Fig. 28, *1*. Die Konidienketten brechen leicht auseinander, und die Konidien werden vom Winde entführt, um dann auf anderen Pflanzen wieder zu keimen und Infektionen zu veranlassen. Besonders charakteristisch für die Oidiumkonidien ist der Zellinhalt, der von grofsen Vakuolen durchsetzt wird und eigentümliche, kleine Körperchen enthält, die von Zopf

Fibrosinkörper genannt worden sind. Sie haben näpfchen- oder schüsselförmige Gestalt und besitzen wahrscheinlich die chemische Zusammensetzung eines Kohlehydrates. Ihre Funktion ist noch unbekannt. Die Konidien keimen im Wasser leicht mit einem bis drei Keimschläuchen aus; die Keimschläuche haben sich aber noch nicht weiter erziehen lassen, sondern sterben stets bald ab.

Wie schon gesagt, lebt das Mycel ausschliefslich auf der Oberfläche der Nährpflanzen; nur bei *Phyllactinia* dringt es zu den Spaltöffnungen ein und verzweigt sich im Intercellularsystem. Man unterscheidet danach die beiden Unterfamilien der Erysipheae und Phyllactinieae. Mit den Zellen der Nährpflanze stehen die Hyphen durch Haustorien in Verbindung. Wir haben diese Saugorgane bereits bei den Peronosporaceen kennen gelernt und treffen sie hier in mannigfacher Ausbildung wieder an. In der einfachsten Form wird ein feines Spitzchen in die Zelle getrieben, das im Innern der Zelle blasig anschwillt. So treffen wir sie bei *Podosphaera*. In der vollkommeneren Ausbildung wird erst eine Art Saugscheibe angelegt, indem der Mycelfaden kleine unregelmäfsige Ausstülpungen treibt, die eine Art von scheibenförmigem Organ (*Appressorium*) bilden; hieraus erst treiben die Saugfortsätze (*Haustorium*) ins Innere der Zelle (Fig. 28, *1. 2*). Zwischen diesen Extremen finden wir die mannigfachsten Übergänge, die uns hier nicht interessieren.

An demselben Mycel, oft vollkommen von Fäden eingehüllt, entsteht auch die Schlauchform oder die Perithecien. Das sind kuglige Behälter mit wenigschichtiger Wandung, die zuerst hell gefärbt sind, aber bei der Reife braun bis schwarzbraun werden. Das Öffnen der Kapseln geschieht durch Verwitterung der Wandung. Im Innern des Peritheciums entstehen am Grunde die Schläuche. Sie sind kuglig oder länglich und stehen entweder einzeln oder zu mehreren bis vielen je nach der Art. Doch ist für jede Species die Zahl der Schläuche konstant. Im Schlauche werden 2, 4, 8 Sporen gebildet in ebenfalls für jede Art bestimmter Zahl. Die Sporen sind farblos, meist länglich oder eiförmig, gerade oder leicht gekrümmt. Eigentliche Paraphysen werden nicht gebildet, doch kommen paraphysenähnliche Fäden vor, welche bei der Öffnung des Peritheciums eine Rolle spielen. Aufserdem findet sich eine ölartige Substanz in den Fruchtkörpern, die vielleicht für die Ausbildung der Sporen während des Winters Bedeutung besitzt.

Man hat die Entwicklungsgeschichte der Perithecien erst bei einer Art in den Hauptzügen klargelegt, bei *Sphaerotheca Humuli*. De Bary fand zwei Initialfäden, die er als Ascogon und Pollinod ansprach, und nahm an, dafs eine Vereinigung beider durch Durchbohrung des Scheitels stattfände. Später beobachtete dann Harper den Übertritt des Kernes aus dem Pollinod; indessen ist seine Beobachtung angezweifelt worden. Wir können uns hier auf die Streitfragen nicht einlassen und lassen es dahingestellt, ob eine Sexualität vorhanden ist oder nicht. Aus dem stielförmigen unteren Teil, der die beiden Geschlechtsäste trägt, entstehen dann Hüllfäden, die zur Perithecienhülle werden; das Ascogon bildet sich zu dem einzigen Ascus um. Bei anderen Arten scheinen nicht zwei Initialfäden tätig zu sein; indessen wissen wir noch zu wenig darüber, um Bestimmtes aussagen zu können.

Von der Aufsenwandung des Peritheciums, am Grunde, in der Mitte oder an der Spitze, gehen nun fadenartige Gebilde aus, die Anhängsel

(Appendices), die bei den einzelnen Gattungen verschiedenes Aussehen haben und für die systematische Einteilung der Familie grofse Wichtigkeit haben. Die Figur 28, *3—8* zeigt verschiedene Formen derselben bei den einzelnen Gattungen. Man vergleiche darüber bei der Einteilungsübersicht der Gattungen und bei der Darstellung der einzelnen Formen.

Man hat sich schon früh die Frage vorgelegt, welche Bedeutung diese Anhängsel für die Erysipheen besitzen mögen. Aufser einigen gelegentlichen Äufserungen in der älteren Literatur existierten darüber keine ausführlichen Untersuchungen, bis F. Neger[1]) ihre Bedeutung für die Loslösung und Verankerung der Perithecien nachwies. Wie wir oben sahen, werden die Sporen aus den Perithecien durch Verwitterung der Hülle frei; wenn nun die Perithecien am Orte ihrer Entstehung verblieben, so würden schiefslich die Blätter mit Sporenhaufen bedeckt werden, ohne dafs eine eigentliche Ausstreuung der Sporen stattfände. Nun findet man aber bei sehr vielen Arten, dafs bereits im Herbst die Perithecien aus dem Mycelgeflecht herausgefallen sind und wahrscheinlich durch den Wind verweht werden. Für die Lockerung der Perithecien leisten nun die Anhängsel gute Dienste; aber sie tun noch mehr. Sie dienen den Perithecien auch zum Anhaften beim Transport durch Tiere oder zur Verankerung, wenn sie am Bestimmungsort angekommen sind. Damit also zeigen sich die Erysipheen vorzüglich dem Transporte der Perithecien durch Wind oder andere Faktoren angepafst. Einige Beispiele sollen das Gesagte erläutern.

Bei den Gattungen *Sphaerotheca* und *Erysiphe* erfolgt kein Loslösen der Perithecien aus dem Hyphenfilz; aus der Gestalt der Anhängsel wird dies erklärlich (Fig. 28, *5*). Bei *Trichocladia Astragali* (D.C.) Neg. findet die Loslösung der Perithecien von den darunter liegenden Hyphen dadurch statt, dafs beim Austrocknen der Boden des Peritheciums sich einwärts wölbt. Die Anhängsel der benachbarten Perithecien liegen alle parallel nach einer Richtung, so dafs beim Emporheben eines Gehäuses eine grofse Zahl anderer mitgerissen wird (Fig. 28, *7*). Auf diese Weise werden ganze Klumpen von Perithecien durch den Wind entführt. Eigentümlicherweise schlingt sich, wie Neger beobachtet hat, um die Anhängsel eines Peritheciums ein Pilzmycel und dreht sie zu Strängen zusammen. Bei *Microsphaera* findet die Abhebung der Fruchtkörper ebenfalls durch Einwölbung des Bodens statt; die Anhängsel mit ihren hakenartigen Verzweigungen dienen wohl teils zur Verkettung mehrerer Perithecien miteinander, um dem Winde eine gröfsere Angriffsfläche zu geben, teils zur Verankerung am fremden Substrat (Fig. 28, *5*). Ähnlich verhält sich *Podosphaera* (Fig. 28, *6*) und ein Teil der Arten von *Uncinula* (Fig. 28, *3*). Bei anderen Arten dieser Gattung, z. B. *U. Aceris*, erfolgt die Loslösung der Prithecien mit grofser Gewalt durch starke Einkrümmung der unteren Wandungshälfte; die Anhängsel verankern dann auf dem neuen Substrat die Fruchtkörper dadurch, dafs sie eine geringe Menge von klebriger Masse absondern, welche die Perithecien anklebt. Am weitesten angepafst zeigt sich *Phyllactinia* (Fig. 28, *8*, *9*). Hier stehen an jedem Fruchtkörper drei bis vier, oft aber viel mehr Anhängsel, die etwa im Äquator des Gehäuses befestigt sind und lange, gerade, starre Zellen darstellen. Sie entstehen durch Auswachsen von Gehäusezellen und zeigen im Stachelteil eine gleich-

[1]) Beiträge zur Biologie der Erysipheen in Flora, vol. 88, 1901, S. 333.

mäfsige Wandverdickung, nicht aber in der Mutterzelle. Während der obere Quadrant der letzteren verdickt ist, bleibt der unten liegende unverdickt. Um diesen unverdickten Teil können sich nun wie in einem Scharnier die Stacheln drehen. Nimmt der Turgor in der Zelle ab, so werden die Anhängsel mit grofser Kraft nach unten gedrückt, und das Perithecium wird wie auf Stelzen emporgehoben (Fig. 28, *8*). Während also die Anhängsel hier lediglich zum Loslösen dienen, wird das Anheften am Substrat von besonderen Gebilden besorgt, die um den Scheitel des Peritheciums herum stehen (Fig. 28, *9*). Es sind kurze Zellen, die auf ihrer Spitze ein Büschel feiner kurzer Hyphen tragen (Pinselzellen), mit denen die Anheftung erfolgt. Damit für die Anheftung die nötige Feuchtigkeit vorhanden ist, wird vom Perithecium eine hygroskopische Substanz (Gutta) ausgeschieden, auf der sich feine Tröpfchen (die zellige Haut Tulasnes) befinden. Neger hat diese verwickelten Verhältnisse klargelegt.

Man hat in neuester Zeit (Neger, Marchal, Salmon) begonnen, sich mit der Artbegrenzung der Erysipheen näher zu beschäftigen, nachdem die Kulturversuche bei den Uredineen ergeben hatten, dafs viele Sammelarten in kleine Rassen zerlegt werden müssen. Eine solche Spezialisierung der Formen erscheint durchaus möglich, da viele Arten von einer grofsen Menge von Nährpflanzen angegeben werden. Aus einer grofsen Zahl von Versuchen, die F. Neger[1]) mit den Konidien verschiedener Oidium-Arten ausgeführt hat, folgert er, dafs den Erysipheen scheinbar eine weitgehende Spezialisierung des Parasitismus zukommt. Sehr eingehend hat sich dann E. S. Salmon[2]) mit diesen Fragen beschäftigt. Seine Arbeiten, die erst zum kleineren Teil abgeschlossen vorliegen, geben bereits einen Einblick in die weitgehende Spezialisierung gewisser Arten. So ergaben Versuche mit dem Oidium von *Erysiphe graminis*, dafs die auf verschiedenen *Bromus*-Arten vorkommenden Oidien nur an die gleiche Art oder die nächstverwandten der Sektion angepafst waren; dasselbe Resultat ergaben auch Oidien von anderen Gräsern. Auch *E. Polygoni* ergab ganz ähnliche Resultate. Über die Spezialisierung von *E. graminis* hat auch E. Marchal[3]) gearbeitet. Von besonderer Bedeutung scheint die von Salmon entdeckte Eigenschaft der „überbrückenden Arten“ zu sein. Wenn nämlich eine Art auf einer Nährpflanze *a* eine Nährpflanze *b*, nicht aber *c* inficiert, aber die Art von der Nährpflanze *b* sich auf *c* übertragen läfst, so stellt die Art auf Nährpflanze *b* die überbrückende Art zwischen *a* und *c* dar. Vorläufig ist darüber noch wenig bekannt. Auf die weiteren Resultate mit anderen Arten sei auf die unten angeführten Arbeiten verwiesen.

Die Literatur über die Erysiphaceen ist eine aufserordentlich reichhaltige, da man die Wichtigkeit der Familie für die Phylogenese des Pilzreiches und für die Phytopathologie frühzeitig erkannte. Deshalb lassen sich die ältesten Arten noch auf Linné zurückführen. Nach ihm werden noch viele Arten mehr oder weniger genau beschrieben, so

---

[1]) Beiträge zur Biologie der Erysipheen II in Flora vol. 90, 1902, Heft II.

[2]) On spezialisation of parasitism in the Erysiphaceae in Beih. z. Bot. Centralblatt XIV, 1903, S. 261; ferner unter verschiedenen Titeln in The New Phytologist III, 1904, S. 109; Annal. Mycol. II, 1904, Nr. 1, 3, 4; l. c. III, 1905, Nr. 1; Annals of Bot. XIX, 1905, S. 125.

[3]) De la specialisation du parasitisme chez l'Erysiphe graminis in Compt. rend. CXXXV, 1902.

dafs J. H. Léveillé[1]) bereits 1851 eine Monographie der Familie, die lange Zeit mustergültig blieb, geben konnte. Weit darüber hinaus gingen mit Bezug auf die Entwicklungsgeschichte die Gebrüder Tulasne, die 1861 im ersten Bande der Selecta fungorum Carpologia viele Arten ausführlich beschrieben und vorzüglich abbildeten. 1870 veröffentlichte dann A. de Bary[2]) seine Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Erysipheen, die für *Sphaerotheca Humuli* den Nachweis der Sexualität brachten. Seitdem brachten weitere Fortschritte Arbeiten von Winter, Schroeter, Harper, Palla und Neger[3]). Eine sehr ausführliche Monographie der Familie verdanken wir E. S. Salmon[4]), der in seinem Buche alles aufführt, was sich auf die einzelnen Arten bezieht, und mit gröfster Sorgfalt die Angaben über die Nährpflanzen sichtet. Hier findet sich auch ein vollständiges Verzeichnis aller Schriften über Erysipheen.

Der nachfolgenden Darstellung ist das System des genannten Monographen zugrunde gelegt worden, unter Beibehaltung der von Neger wieder aufgenommenen Gattung *Trichocladia*.

Die Familie enthält danach folgende Gattungen, die in Form einer Bestimmungstabelle aufgeführt sein mögen.

A. Mycel ausschliefslich oberflächlich, nur Haustorien in die Epidermiszellen entsendend. Unterfamilie: Erysipheae.
  a. Nur ein Ascus im Perithecium.
    I. Anhängsel der Perithecien an der Spitze gabelteilig, seltener einmal ungeteilt, nicht basal stehend: *Podosphaera.*
    II. Anhängsel der Perithecien ungegabelt, basal stehend: *Sphaerotheca.*
  b. Mehrere Asken im Perithecium.
    I. Anhängsel fast stets einfach, selten verzweigt, an der Spitze hakig oder spiralig eingekrümmt: *Uncinula.*
    II. Anhängsel nicht hakig eingekrümmt, meistens nur verzweigt.
      1. Anhängsel niemals mit dem Mycel verflochten; Perithecien in Ober- und Unterseite differenziert.
        § Anhängsel starr, gerade, mehrmals dicho- oder trichotom verzweigt an der Spitze: *Microsphaera.*
        §§ Anhängsel nicht starr, gebogen, wie bei Erysiphe verzweigt: *Trichocladia.*
      2. Anhängsel mit dem Mycel verflochten, einfach oder verzweigt: Perithecien nicht oder unvollkommen in Ober- und Unterseite differenziert: *Erysiphe.*

B. Mycel mit Zweigen von begrenztem Wachstum in die Spaltöffnungen eindringend und im Intercellulargewebe wuchernd und hier Haustorien bildend. Unterfamilie: Phyllactinieae, mit der Gattung: *Phyllactinia.*

---

[1]) Organisation et disposition méthodique des espèces qui composent le genre Érysiphé in Ann. sc. nat. 3 ser., XV, 1851, S. 109.

[2]) Beiträge zur Morph. u. Physiol. der Pilze I.

[3]) Aufser den obengenannten Schriften vergl. auch seine Darstellung in der Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, Bd. VII, S. 96.

[4]) A monograph of the Erysiphaceae in Mem. Torrey Bot. Club IX, 1900, nebst den Ergänzungen dazu in Bull. of the Torrey Bot. Club 1902.

Von der Gattung *Podosphaera* Kze. wäre zuerst *P. Oxyacanthae* (D.C.) de By. zu nennen, das die Blätter der Nährpflanzen mit zartem, persistierendem oder mit wolligem, verschwindendem Mycel überzieht. Die Perithecienanhängsel übertreffen an Länge den Peritheciendurchmesser um ein Mehrfaches. Der Pilz kommt in weiter Verbreitung durch Europa und Nordamerika auf Arten von *Crataegus*, *Prunus*, *Spiraea*, *Vaccinium* u. a. vor. Als Konidienform gehört hierzu *Oidium Crataegi* Grogn. Als besondere Art oder als Varietät der vorigen wird *P. tridactyla* (Wallr.) de By. betrachtet, die hauptsächlich auf *Prunus*-Arten auftritt. In Nordamerika wurde auf Kirschbäumen mehrfach Schaden von diesem Pilze angestiftet. *P. leucotricha* (Ell. et Everh.) Salm. (= *Sphaerotheca Mali* Burr.) fügt den Apfelbäumen unter Umständen beträchtlichen Schaden zu. Das hauptsächlichste Verbreitungsgebiet ist Nordamerika, doch wurde er auch vielfach in Mitteleuropa, ferner in Rufsland und Japan beobachtet. Meistens werden bei uns nur die unter dem Namen *Oidium farinosum* Cooke bekannten Konidien beobachtet; selten sind auch Perithecien aufgefunden worden[1]). Auf die Schädlichkeit für die jungen Äpfelbaumtriebe wies bereits v. Thümen[2]) hin, der den Pilz auf den sich entfaltenden Blättchen als anfangs schneeweifsen, später gelblich-hellgrauen Überzug beobachtete. Die Kelche der jungen Blüten sehen wie bestäubt aus; die Blüten selbst vertrocknen sehr bald. Die Blätter hypertrophieren und trocknen bald ein. Wenn das Oidium den Sommer über bleibt, so werden die jungen Triebe, die der Baum immer von neuem hervorbringt, stets wieder abgetötet. Dadurch wird der Baum ganz besonders geschwächt und die Fruchtholzbildung für das folgende Jahr verhindert. In Amerika tritt neben der *P. Oxyacanthae* auch *P. leucotricha* als Schädling der Äpfelbäume auf (apple powdery mildew). Als Bekämpfungsmittel hat sich das Spritzen mit Bordeauxbrühe gut bewährt.

Die Gattung *Sphaerotheca* Lév. unterscheidet sich von *Podosphaera* hauptsächlich dadurch, dafs die Anhängsel ausschliefslich am Grunde des Peritheciums entspringen. Hierher gehört als bekannteste Art *S. Humuli* (D.C.) Burr. (= *S. Castagnei* Lév.). Dieser Pilz ist über die ganze nördliche Halbkugel verbreitet und kommt auf sehr zahlreichen Nährpflanzen vor, bei uns häufig auf dem Hopfen. Entsprechend dieser Plurivorität hat man, den Nährpflanzen entsprechend, der Art eine grofse Menge von Namen beigelegt, die von Salmon und früheren Mykologen identifiziert wurden. Die Mycelien, welche meistens persistieren, bilden auf der Blattoberseite weifse, kreisrunde oder regelmäfsige Flecken, die oft zusammenfliefsen und dann die ganze Oberfläche einnehmen. In diesen Flecken stehen die kleinen schwarzen Perithecien meist so zahlreich, dafs dadurch das weifse Mycel schwarzpunktiert oder im ganzen grau gefärbt aussieht. Für die Geschichte der Sexualität der Ascomyceten hat *S. Humuli* ihre besondere Bedeutung, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann; einige Bemerkungen darüber sind bereits auf S. 171 gemacht worden. Der Schaden, den der Pilz stiftet, dürfte kaum besonders grofs sein, wenn auch sein Auftreten auf Kulturpflanzen, wie Hopfen, Gurken, Kürbis, Balsaminen usw., lästig werden kann. Auf Ananaserdbeeren und Gartenepilobien wurde die

---

[1]) Magnus, P., Über einen in Südtirol aufgetretenen Mehltau des Apfels in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XVI, 1898, S. 331.
[2]) Vergl. Zeitschr. f. Pflanzenkr. I, 168.

Konidienform als Schädling beobachtet und als *Oospora Epilobii* (Corda) Sacc. und *Oidium Fragariae* Harz beschrieben. Bei anderen Nährpflanzen tritt die Oidienform stets vor und neben der Schlauchform auf. Mit dem Erdbeeroidium hat E. S. SALMON[1]) eine Reihe von Versuchen gemacht, von denen nur einiges hier wiedergegeben werden kann. Nicht alle Erdbeervarietäten scheinen im gleichen Maſse für die Krankheit empfänglich zu sein; so wurden von manchen Sorten die Früchte gar nicht befallen, während sie bei anderen schnell ergriffen wurden. Die Krankheit bricht meist ganz plötzlich aus, und zwar nach Beobachtungen der Gärtner nach plötzlichen Witterungswechseln mit extrem niedrigen Temperaturen. SALMON zeigt, daſs eine starke Abkühlung die Oidiensporen keimkräftiger macht. Als Spritzmittel gegen den Erdbeermeltau werden Lösungen von Schwefelkalium oder Kupferkarbonat und Ammoniumkarbonat oder einfach nur heiſses Wasser empfohlen.

Auſserordentlich häufig tritt auf Rosenarten in weitester Verbreitung der Rosenschimmel oder Rosenmeltau, *S. pannosa* (Wallr.) Lév., auf. Er überzieht die Blätter mit einem dichten weiſsen Überzug und wird besonders den jungen Trieben gefährlich, die im Wachstum gehemmt und getötet werden. Auch die Blütenknospen werden häufig vernichtet. Auch auf dem Pfirsichbaum kommt diese Art vor und schädigt die jungen Triebe so sehr, daſs die Blätter schrumpfen und die Früchte abfallen. Da die Rosen in Treibhäusern ganz besonders gefährdet sind, so gibt A. SCHULTHEIS[2]) ein Mittel an, um den Ausbruch der Krankheit zu verhüten. Er empfiehlt nämlich in der Zeit, wo nicht mehr regelmäſsig geheizt wird, die Abendtemperatur des Hauses nicht unter 15 bis 18,5°, die Nachttemperatur nicht unter 10° sinken zu lassen. Ferner sollen die Blätter nachts stets trocken sein. Man sieht aus diesen praktischen Vorschlägen, daſs niedrige Temperaturen auch hier die Sporen keimkräftiger machen. Als direkte Bekämpfungsmittel hat man Bestäuben mit Schwefelblumen oder gemahlenem Schwefel in erster Linie zu verwenden; man hat ferner auch Lösungen von Schwefelkalium, Tabaklauge mit Schwefel, Natriumkarbonat mit etwas Teer angewandt; aber auch heiſses Wasser soll vorzüglich gewirkt haben. In neuerer Zeit ist Bestäuben mit Kalk und Untergraben von phosphorsaurem Kalk zur Anwendung gelangt. Die Oidienform ist unter dem Namen *Oidium leucoconium* Desm. bekannt.

Als dritter Schädling aus dieser Gattung ist der Stachelbeermeltau, *S. mors uvae* (Schwein.) Berk. et Curt., bekannt. Er findet sich auf *Ribes*-Arten und wird besonders den Stachelbeeren verhängnisvoll. SALMON identifiziert damit die *S. tomentosa* Otth., die auf *Euphorbia*-Arten in Europa weit verbreitet ist. Der Stachelbeermeltau war ursprünglich nur aus Nordamerika bekannt und wurde 1900 von SALMON[3]) auch für Irland nachgewiesen. 1901 zeigte P. HENNINGS, daſs der Pilz auch in Ruſsland vorkommt. Namentlich in letzterem Lande hat er sich seitdem auſserordentlich ausgebreitet und groſsen Schaden

---

[1]) Der Erdbeer- und der Stachelbeer-Mehltau in Zeitschr. f. Pflanzenkr. XI, 1901, S. 73.

[2]) Cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten IX, 128.

[3]) Vergl. auſser dem in Anm. 4 auf Seite 187 genannten Artikel noch: Über die zunehmende Ausbreitung des amerikanischen Stachelbeer-Mehltaues in Europa in Zeitschr. f. Pflanzenkr. XIII, 1903, S. 205; hier auch die gesamte Literatur über diese Frage. Auſserdem: On the present aspect of the epidemic of the American Gooseberry-Mildew in Europe in Journ. Roy. Hort. Soc. XXIX, 1905.

angestiftet. Es wäre sehr leicht möglich, dafs auch in Deutschland eine Invasion des Stachelbeermeltaues stattfinden könnte; die Züchter mögen deshalb rechtzeitig Vorkehrungen zur Unterdrückung der Krankheit treffen. Das Mycel bedeckt die jungen Triebe und Blätter, besonders aber die Beeren mit einem hellbräunlichen, später dunkelbraunen, mehr oder weniger dichten Filz. Die dunkelgefärbten Perithecien sind diesem Mycel eingesenkt. Anfangs, wenn die Mycelfäden noch fast farblos und zart sind, werden an kurzen aufrechten Zweigen die Konidienketten gebildet. Meistens findet eine derartig reichliche Konidienproduktion statt, dafs die befallenen Teile wie mit Mehl bestreut erscheinen. Das braune Mycel mit den Perithecien überwintert auf den jungen Trieben. Zur Verhütung des Ausbruchs der Krankheit im folgenden Frühjahre müfsten also in erster Linie die erkrankten Triebe abgeschnitten und vernichtet werden. Da der Pilz meist den ganzen Sommer über seine schädigende Wirkung entfaltet, so werden, ganz abgesehen von dem Ernteausfall, die Sträucher durch Zerstörung der jungen Triebe so geschwächt, dafs sie der Winterkälte nur geringen Widerstand zu leisten vermögen. Die Bekämpfung der Krankheit wurde von amerikanischen Forschern[1]) studiert, die ausschliefslich mit Spritzmitteln arbeiteten. Am besten hat sich Schwefelkalium bewährt, das in Menge von einer Unze auf zwei bis drei Gallonen Wasser angewendet wird[2]). Das Spritzen mufs mit dem Aufbruch der Knospen begonnen und in Zwischenräumen von zehn Tagen den ganzen Sommer über fortgesetzt werden. Anhaltend heifse Witterung scheint die Ausbreitung des Schädlings ganz besonders zu begünstigen.

Wir kommen nun zur Gattung *Uncinula* Lév., welche eine ganze Anzahl von Pflanzenschädlingen enthält. Von weniger wichtigen Arten nenne ich *U. Salicis* (D.C.) Wint. auf den Blättern von *Salix*- und *Populus*-Arten, *U. Aceris* (D.C.) Sacc. auf *Acer*-Arten. Dieser Pilz beschränkt sich zwar in der Regel auf die Blätter, doch kann er auch auf die jungen Triebe übergehen und in Baumschulen empfindlichen Schaden stiften. Ebenfalls auf *Acer* findet sich in Nordamerika *U. circinata* Cooke et Peck. *U. Prunastri* (D.C.) Sacc. befällt hauptsächlich *Prunus spinosa*. Auf *Ulmus* kommt *U. clandestina* (Biv.) Schroet. vor, auf *Aesculus* in Nordamerika *U. flexuosa* Peck. Alle diese und noch andere Arten werden Kulturpflanzen kaum in merklichem Grade schädlich, wohl aber ein Pilz, der dem Weinbau in empfindlichster Weise geschadet hat und ihn trotz aller Bekämpfungsmafsregeln noch heute schädigt. Ich meine *U. necator* (Schwein.) Burr. (= *U. spiralis* Berk. et Curt.) mit seiner Konidienform, dem berüchtigten *O. Tuckeri* Berk.

Da der Pilz der Traubenkrankheit (auch Äscherich genannt) oder der echte Meltau des Weines (zum Unterschied von dem unechten, der *Plasmopara viticola*) lange nur als *O. Tuckeri* bekannt war, so will ich ihn als Oidium zuerst beschreiben und dann erst am Schlufs auf die Perithecienform eingehen. Der Pilz zeigt sich immer nur auf der lebenden Epidermis der Pflanze. Wenn sich seine Verwüstungen nur auf die Zweige beschränken würden, wäre die Krankheit nicht sehr gefährlich, da die Oberhautschichten, die allein von dem Pilze angegriffen werden, schon im folgenden Winter vertrocknen und im

[1]) Halsted, B. D. in Rep. of Commiss. Agric. 1887, S. 373; Goff, E. S. in Journ. of Myc. V, 1889, S. 33; Close, C. P. in New York Agric. Exp. Stat. Bull. Nr. 161, 1899.

[2]) Eine Gallone à 4 Quarts à 2 Pints à 4 Gills = 4,543 Liter.

nächsten Frühjahr abgeworfen werden. Die untersten, ältesten Internodien des jungen Zweiges werden zuerst ergriffen; die Mycelfäden (Fig. 28, *1 m*) kriechen in horizontaler Lage weiter und verästeln sich fiederförmig. Bald erheben sich von den älteren Mycelteilen die Konidienträger in etwas schief aufsteigender Lage (Fig. 28, *1 b*); ihre Septierung (Fig. 28, *1 s*) ist viel leichter erkennbar als die der Mycelfäden, und schon dadurch sind sie einigermafsen von einem etwa aufrecht wachsenden Mycelfaden unterscheidbar; noch deutlicher aber wird der Unterschied dadurch, dafs die Spitze des Konidienträgers alsbald keulig anschwillt und eine eiförmige Spore (Fig. 28, *1 c*) abgliedert, deren Gröfsenverhältnisse vielen Schwankungen unterworfen sind. Unterhalb dieser Konidie gliedert sich dann eine zweite usf. ab, wodurch kurze Konidienketten entstehen, die bald in die einzelnen Konidien auseinanderbrechen.

Teilweise durch das Weiterkriechen des Mycels von dem Stengel aus, vorzugsweise aber durch das Anwehen und schnelle Auskeimen der Konidien verbreitet sich der Pilz auf die Blätter und endlich auf die Fruchtstände, wo er seine verderblichste Tätigkeit entwickelt. Die Einwirkung auf die Gewebe erfolgt in allen Teilen in derselben Weise. Das Mycel saugt sich mit seinen Haustorien (Fig. 28, *2 h*) fest und entsendet kurze Zeit nach seiner Ausbildung neue Äste mit sich bald lösenden Konidien, welche die Krankheit weiterverbreiten.

Die Anheftung des Mycelfadens an seine Unterlage stellt hier eine dritte Modifikation zu den bereits oben beschriebenen zwei anderen Formen dar. Der Faden bildet nach de Bary entweder eine einseitige, anliegende, mit kerbig-lappigem Rande versehene Ausstülpung, oder es gehen auch zwei solcher Ausstülpungen (Fig. 28, *2 a*) von derselben Stelle des Mycelfadens nach entgegengesetzten Seiten hin ab, wodurch der Anblick einer lappigen Scheibe entsteht. Von irgend einem Teile dieser scheinbaren Scheibe geht dann das gewöhnlich gebaute Haustorium in das Innere der Epidermiszelle hinein. Die blasige Anschwellung des Saugorganes im Innern der Epidermiszellen scheint sich aber seltener auszubilden.

Durch das Eindringen des Haustoriums, das schon Visiani beobachtete, zeigt sich der Inhalt der Epidermiszelle bisweilen nicht wesentlich verändert; in den meisten anderen Fällen ruft das Eindringen des Saugfortsatzes alsbald eine Bräunung des Inhalts und der Wandung hervor und leitet das Absterben der Zelle ein. Später bräunen sich auch die Nachbarzellen. An den Blättern bleibt es häufig bei der Bräunung, ohne dafs die Epidermis abstirbt. Auf diese Weise entstehen die gröfseren braunen Flecken an der Rinde und auf den Blättern und die kleinen harten Stellen an den Beeren, welche häufig kurz nach der Blüte vom Pilzmycel überzogen werden und, kaum zur halben normalen Gröfse herangewachsen, schon zu platzen beginnen. Das Zerplatzen ist die natürliche Folge des Auftretens jener braunen Flecken von abgestorbenen Epidermiszellgruppen. Während das dünnwandige, saftstrotzende Innengewebe der Beere sich auszudehnen bestrebt ist und die lebendigen Oberhautzellen passiv gedehnt werden, ist dies bei den trockenen Epidermiszellen der Flecken nicht mehr möglich. Hier reifst die Oberhaut der Beere ein, so dafs das Innere teilweise klaffend blofsgelegt wird. Ist die Frucht schon einigermafsen in der Entwicklung vorgeschritten gewesen, dann wird die Beere bei trockner Witterung noch notreif, wobei nur die Wundstelle selbst hart bleibt; bei feuchtem

Wetter dagegen wird unter Auftreten zahlreicher Schimmelpilze die Fäulnis eingeleitet. Aus letzterem Umstande aber der Krankheit den Namen „Traubenfäule“ geben zu wollen, wie es bisweilen geschieht, ist nach dem Vorstehenden gänzlich ungerechtfertigt.

Für die Verbreitung des Pilzes von Stock zu Stock kommen in erster Linie die Konidien in Betracht, die vermöge ihrer Kleinheit leicht vom Winde übertragen werden können. Aus diesem Umstande erklärt sich ungezwungen, dafs der Pilz sich im Laufe weniger Wochen über grofse Flächen zu verbreiten imstande ist. Indessen ist damit die Frage noch nicht gelöst, wie sich die Art über den Winter erhält. Da man keine Perithecien aufgefunden hatte und kaum anzunehmen war, dafs die empfindlichen Konidien zu überwintern vermögen, so blieb nur übrig, dafs man vermutete, das Mycel könne in irgend einer Form den Winter überdauern. So spricht schon P. Sorauer[1]) die Vermutung aus, dafs die Rinde ein Überwinterungsherd sein müsse, und zwar auf Grund folgender Beobachtung. Bei einem am Spalier stehenden Rebstock, der neben dem Meltau auch von tierischem Ungeziefer litt, riet er das Abblättern der Rinde. Eine einzige Rebe war dabei vergessen worden; auf dieser zeigte sich der Meltau und verbreitete sich von dort aus weiter. Eine positive Unterlage erhält diese Beobachtung durch eine vorläufige Mitteilung von O. Appel[2]). Derselbe beobachtete auf den rotbraunen Flecken, die an den einjährigen Reben von Oidium erzeugt werden, Mycelfäden, welche statt der einzeln stehenden Haustorien knorrige Anschwellungen zeigten, die in gröfserer Zahl beieinander standen. Der ihnen zunächst liegende Teil des Mycelfadens war etwas verdickt und unregelmäfsig, während die dünnen, regulär ausgebildeten Fäden abgestorben waren. Aus den verdickten Partieen entwickelten sich typische Mycelien mit Haustorien, wobei die verdickten Mycelteile schrumpften und ihr Plasma verloren. Damit scheint in der Tat das Vorhandensein einer Dauermycelienform, die durch Umbildung der Haustorien entsteht, festgestellt zu sein. Damit würde denn auch die häufig beobachtete Tatsache im Einklang stehen, dafs die Wiederansteckung der Rebstöcke immer nur von einem oder mehreren bestimmten Stöcken ausgeht.

Von besonderer Wichtigkeit erschien es allen Untersuchern, festzustellen, ob zu dem Traubenpilz eine Perithecienform gehört. Da man auf dem Weinstock selbst nie Perithecien gefunden hatte, so vermutete man, dafs sie sich auf anderen Nährpflanzen entwickelten. Fuckel nahm an, dafs *Sphaerotheca Humuli* die Schlauchform sei, während de Bary auf Grund der Ähnlichkeit der Haustorien eher an *Erysiphe Polygoni* oder *Uncinula Salicis* dachte. Während aber in Europa ausschliefslich die Konidienform sich fand, war den amerikanischen Mykologen längst auf *Vitis*-Arten eine Perithecienform bekannt, *U. necator* (= *U. spiralis*), zu der als zugehörig eine Konidienform von dem Aussehen des *O. Tuckeri* angenommen wurde. Da entdeckte G. Couderc[3]) in Frankreich an vereinzelten Lokalitäten 1892 Perithecien an meltaubefallenen Reben und identifizierte sie mit *U. necator*. Im darauf folgenden Jahre fand P. Viala die Perithecien bereits viel häufiger und

---

[1]) Handbuch 2. Aufl., II, S. 321.

[2]) Zur Kenntnis der Überwinterung des Oidiums Tuckeri in Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt., XI, 1904, S. 143.

[3]) Sur les perithèces de l'Uncinula spiralis en France etc. in Compt. rend. CXVI, 1893, S. 210, u. Bull. Soc. Myc. France IX, 1893, S. 253.

eingriffe auf die Entwicklung der Pflanze ausüben, einen noch gröfseren Raum wie früher eingeräumt. Sie ist bestrebt, immer darauf hinzuweisen, wie die Pflanze das Produkt ihres speziellen Standorts ist, wie bei derselben Art die einzelnen Individuen stofflich und gestaltlich je nach den vorhandenen Ernährungsbedingungen voneinander abweichen, und wie die verschiedenen Individuen den einzelnen Krankheitsursachen gegenüber sich in ganz verschiedenem Grade widerstandsfähig erweisen. Deshalb mufs nicht auf die lokale Bekämpfung oder Abhaltung des Parasiten, sondern auf die Stärkung der natürlichen Immunität und Anzucht widerstandsfähiger Varietäten das Hauptgewicht gelegt werden.

Erster Band.

Diese Anschauungen finden sich nun in dem allgemeinen Teile des **ersten Bandes** in der Einleitung ausführlicher auseinandergesetzt. Es wird zunächst erörtert, was als Krankheit behandelt werden mufs, und dabei darauf hingewiesen, dafs auch die Abweichungen vom Kulturzweck zur Besprechung gelangen müssen, obwohl sie oftmals gar keine eigentlichen Krankheiten darstellen. Dies gibt Veranlassung, die Abhängigkeit des Organismus von der Umgebung speziell zu erörtern und die Fragen über die Entstehung einer Krankheit und das Wesen des Parasitismus sowie über Krankheitsvererbung und Degeneration zu besprechen.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich die Notwendigkeit, denjenigen, der sich wissenschaftlich mit der Pathologie beschäftigen will, auf die früheren Anschauungen über das Wesen der Krankheiten und ihr Zustandekommen aufmerksam zu machen, und dies geschieht in einem zweiten, neu hinzugekommenen Abschnitt, der die geschichtliche Entwicklung behandelt.

In dem nun folgenden speziellen Teile wird im ersten Abschnitt auf die Erscheinungen eingegangen, die durch **ungünstige Bodenverhältnisse** veranlafst werden. Das erste Kapitel behandelt die Lage, das zweite die ungünstige physikalische Bodenbeschaffenheit. Die chemischen Verhältnisse werden in den Kapiteln «Wasser» und «Nährstoffmangel und -überschufs» eingehend besprochen.

Im zweiten Abschnitt finden wir eine eingehendere Darlegung der Wirkungen schädlicher atmosphärischer Einflüsse, wobei die neueren Untersuchungen Sorauers über die Frostschäden einen breiteren Raum einnehmen und durch zahlreiche Abbildungen erläutert werden. Dem Kapitel über Wärmemangel folgen die über Wärmeüberschufs, Lichtmangel und -überschufs, Blitz, Sturm, Hagel usw.

So wie die vorigen Abschnitte hat auch der Abschnitt über schädliche Gase eine wesentliche Erweiterung in Rücksicht auf die sich beständig steigernden Prozesse zwischen Landwirtschaft und Industrie erfahren. In gleicher Weise ist bei der Wundbehandlung besondere Rücksicht auf die im praktischen Leben vorkommenden Fälle genommen worden, indem die Kapitel über Schröpfen und Schälen der Bäume sowie Veredlung und Stecklingszucht unter Zuhilfenahme zahlreicher anatomischer Bilder auf wissenschaftlicher Basis ausführlich behandelt worden sind.

Zweiter Band.

Im **zweiten Bande** beginnt **Prof. Lindau** seine Darstellung der durch pflanzliche Schmarotzer hervorgerufenen Krankheiten mit der Schilderung der parasitischen Pilze und behandelt in einem zweiten Abschnitt die parasitären Algen, im dritten die phanerogamen Schmarotzer.

Unter Übernahme der **Abbildungen** der vorigen Auflage und reichlicher Vermehrung derselben werden nach Besprechung der Schleimpilze *(Myxomycetes)* schon im ersten Hefte die bereits sehr zahlreich gewordenen Bakterienkrankheiten dargestellt. Die nächsten Hefte werden die Mycelpilze *(Eumycetes)* in der dem Standpunkt des Verfassers entsprechenden Anordnung bringen, und zwar zunächst die Algenpilze *(Phycomycetes)* in ihren Unterabteilungen der Eisporenpilze *(Oomycetes)* und Jochpilze *(Zygomycetes)*. Es werden sich daran die Schlauchpilze *(Ascomycetes)* und Basidienpilze *(Basidiomycetes)* sowie die Fungi imperfecti anschliefsen.

Dritter Band.

Im **dritten Bande** fafst **Dr. Reh** alle praktisch wichtigen Beschädigungen durch Tiere zusammen.

Nach einem einleitenden Abschnitt, der über die Biologie der schädlichen Tiere, ihre Verbreitung und Schädigungsform handelt, wendet sich **Dr. Reh** zur systematischen Übersicht und beginnt im zweiten Abschnitt seine Darstellung mit den Würmern und pflanzenschädlichen Crustaceen. An diese Kapitel gliedern sich die Tausendfüfse, Spinnen und Milben, Insekten und schliefslich die Wirbeltiere. Der dritte Abschnitt beschäftigt sich mit der Bekämpfung, bei der im ersten Kapitel die natürlichen Feinde aus dem Tierreiche, im zweiten Kapitel die Feinde aus dem Pflanzenreiche, nämlich die insektentötenden Pilze, besprochen werden. Es folgen sodann die Kapitel über die mechanischen und chemischen Bekämpfungsmittel und die dazu gehörigen Apparate. Der letzte Abschnitt wird die Bedeutung der Disposition für tierische Angriffe behandeln.

Übereinstimmend bei allen Bearbeitern ist das Bestreben gewesen, wissenschaftliches Material zu geben, aber dieses Material so darzustellen, dafs sich auch der keine speziellen Vorkenntnisse besitzende Leser in den Stoff einarbeiten kann. Aus diesem Grunde sind bei dem Gebrauch der technischen Ausdrücke erklärende Umschreibungen eingeflochten worden. Durch die Einrichtung, nach einer allgemeinen Einleitung bei jedem Kapitel die einzelnen Krankheitsfälle in knapper Darstellung vorzuführen, ist nicht nur Raum gewonnen, sondern auch die Verwandtschaft der einzelnen Krankheiten angedeutet. Wo es nötig erschien, sind **synoptische Tafelbilder** beigegeben.

Bei allen diesen Erweiterungen des wissenschaftlichen Teils des Handbuchs ist aber die in den früheren Auflagen bereits zum Ausdruck gebrachte Methode beibehalten worden, bei jeder Gelegenheit **auf das praktische Bedürfnis** der leichten Erkennung und der möglichen Bekämpfung oder Vorbeugung der Krankheiten hinzuweisen, so dafs das Handbuch in seiner neuen Form als das **umfassendste aller bis jetzt existierenden Werke auf dem Gebiete der Phytopathologie** bezeichnet werden darf und hoffentlich **auch von seiten gebildeter Praktiker** diejenige freundliche Aufnahme finden wird, die den früheren Auflagen zu teil geworden ist.

Die dritte Auflage des Handbuchs der Pflanzenkrankheiten, die nach dem im vorstehenden Gesagten gegenüber den früheren Auflagen ein vollständig neues Werk sein wird, wird in 16—18 Lieferungen zum Preise von je 3 Mark erscheinen und soll bis Ende 1906 vollständig vorliegen. Der Gesamtumfang wird etwa 90—96 Druckbogen mit zahlreichen Textabbildungen betragen. Das Werk ist in drei Bände eingeteilt und das Erscheinen der Lieferungen so geregelt, dafs abwechselnd Lieferungen aus den verschiedenen Bänden zur Ausgabe gelangen. Einzelne Bände und Lieferungen werden nicht apart abgegeben. Einbanddecken erscheinen mit der Schlufslieferung.

Seiner ganzen Anlage nach ist Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten in seiner dritten Auflage als das zur Zeit umfassendste Werk des mächtig sich entwickelnden Gebietes der Phytopathologie zu bezeichnen.

Zu einer Subskription auf dasselbe sei hiermit höflichst eingeladen; die Lieferung kann durch die Buchhandlung erfolgen, die vorliegendes Heft übersandt hat.

Piererschc Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg, S.-A.

Lieferung 5. (Zweiter Band, Bog. 13—17.) Preis: 3 Mark.

Handbuch
der
Pflanzenkrankheiten

von

Prof. Dr. Paul Sorauer.

Dritte, vollständig neubearbeitete Auflage
in Gemeinschaft mit

Prof. Dr. G. Lindau, Privatdozent an der Universität Berlin
und
Dr. L. Reh, Assistent am Naturhistor. Museum in Hamburg

herausgegeben
von

Prof. Dr. P. Sorauer,
Berlin.



Mit zahlreichen Textabbildungen.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1906.

Erscheint in 16—18 Lieferungen à 3 Mark.

schreibt ihre Ausbildung der exceptionellen Witterung des Sommers, bei der hohe und niedrige Temperaturen schnell wechselten, zu. E. PRILLIEUX[1]) zeigte in demselben Jahre die Identität des *Oidium Tuckeri* mit der Oidienform der amerikanischen *Uncinula necator*. Endlich wies LÜSTNER[2]) die Perithecien auch für das deutsche Weinbaugebiet nach. Trotzdem also die Schlauchform nunmehr sicher bekannt ist, scheint sie doch sehr selten in Europa aufzutreten und nur unter aufsergewöhnlichen Verhältnissen. Dafs sie unter diesen Umständen für eine Überwinterung der Art nicht in Betracht kommen kann, dürfte klar sein.

Die Perithecien treten meist auf der Oberseite der Blätter, selten an der Unterseite oder an Infloreszenzteilen, auf und sind kuglig, etwas zusammengedrückt. Sie stehen meist zerstreut und besitzen gewöhnlich eine gröfsere Zahl von Anhängseln, die am Grunde dünnwandig, mehr oder weniger braun und nach oben hin heller und an der Spitze spiralig eingekrümmt sind. Im Innern enthalten die Perithecien vier bis sechs Schläuche mit vier bis sieben eiförmigen Sporen.

Zum ersten Male wurde die Traubenkrankheit 1845 in England von einem Gärtner TUCKER beobachtet, nach dem 1847 BERKELEY den von ihm entdeckten Pilz benannte. 1848 wurde die Krankheit bei Versailles beobachtet; doch soll sie schon über ein Jahrzehnt vorher in mehreren Departements aufgetreten sein. Schon in den folgenden Jahren hatte sie sich über alle weinbauenden Länder Europas verbreitet; besonders hart wurden die Mittelmeerländer mitgenommen. 1852 trat sie auf Madeira auf, heute fehlt sie in keinem Lande; doch scheint sie in Nordamerika weniger gefährlich zu sein. Vielfach beobachtete man, dafs der Pilz sich zuerst in den Treibereien zeigte und von hier aus die Weinberge befiel; jetzt dagegen scheint er in jeder Lage gleichmäfsig vorzukommen (vgl. Fig. 37, *4*).

Der ungeheure Schaden, der dem Weinbau durch den Meltaupilz zugefügt wurde, zwang zur Ersinnung von Mitteln zur Verhütung und Bekämpfung. Man beschäftigte sich in erster Linie mit der Empfänglichkeit der einzelnen Weinsorten für die Krankheit und erkannte bald, dafs die verschiedenen Traubensorten nicht alle gleich stark vom Pilze befallen werden; am widerstandsfähigsten zeigten sich die Traminer und Riefslinge, wogegen Trollinger und Muskateller, Malvasier und verwandte blaue Traubensorten am meisten zu leiden hatten.

In Beziehung auf den Einflufs, welchen die Kulturmethode auf den Grad des Erkrankens ausüben kann, liegt eine Notiz von CONTÉ vor[3]), welcher behauptet, dafs an demselben Weinstocke die horizontal gezogenen Äste von dem Oidium befallen werden können, während die vertikalen davon befreit bleiben.

In einer zweiten Abhandlung[4]) stellt CONTÉ nach dreijährigen Beobachtungen folgende Sätze auf: Die Krankheit tritt hauptsächlich auf nach Übermafs von Feuchtigkeit, zweitens bei horizontaler Lage der

---

[1]) Sur les périthèces de l'Uncinula spiralis en France et l'identité de l'Oidium américain et de l'Oidium européen in Bull. Soc. Myc. France IX, 1893, S. 253, vergl. aufserdem GALLOWAY, B. J., Observations on the development of Uncinula spiralis in Botan. Gaz. XX, 1895, S. 486.

[2]) Mitteil. über Weinbau u. Kellerwirtschaft 1900; Weinbau u. Weinhandel 1901

[3]) Compt. rend. LXVII, 1868, S. 1268.

[4]) A. a. O. S. 1358.

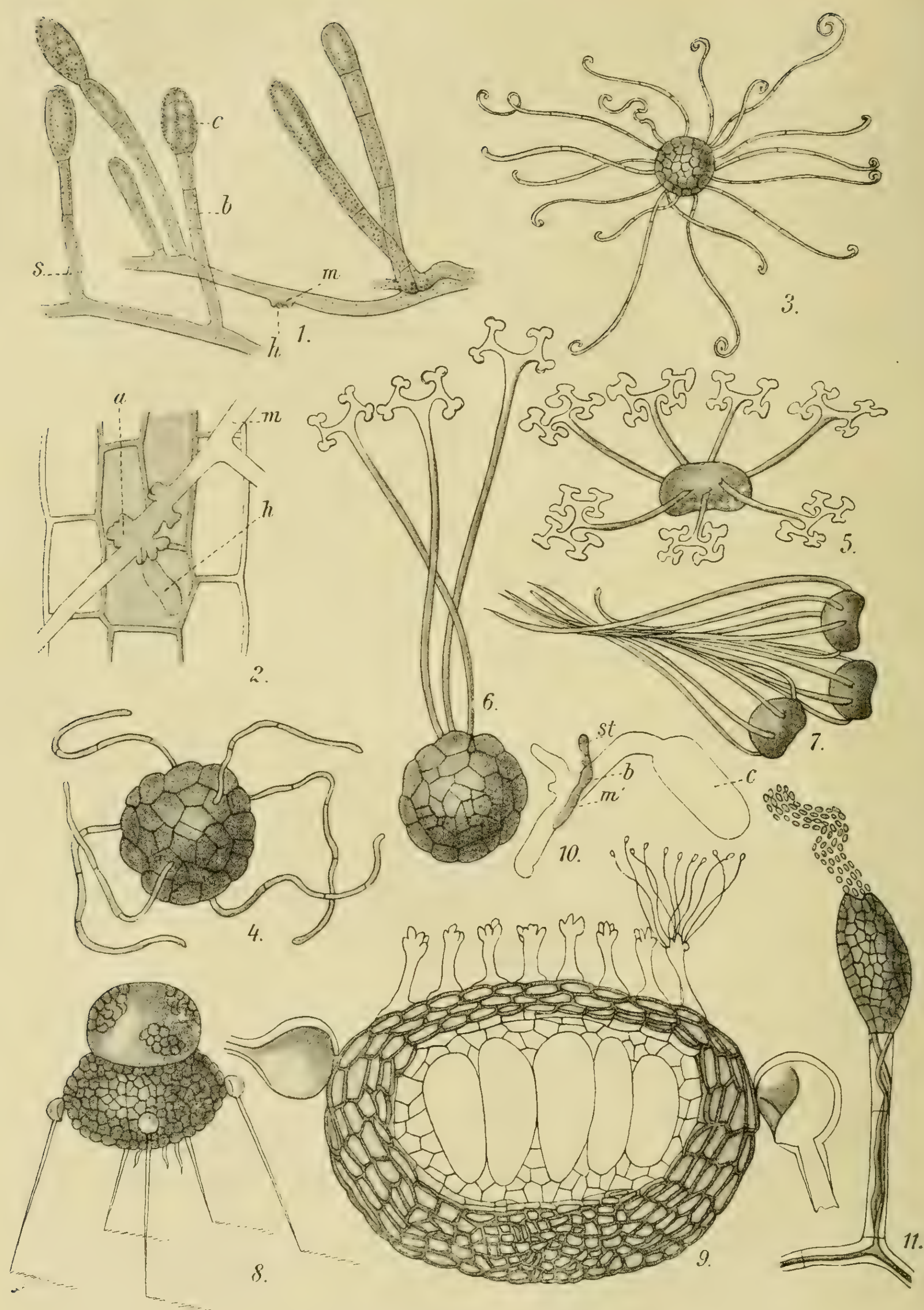


Fig. 28. Typen der Erysiphaceen.

1 Uncinula necator (Schwein.) Burr. Konidienstadium, *m* Mycel, *h* Haustorium, *b* Konidienträger mit Scheidewänden *s*, *c* Konidie. *2* Mycelfaden *m* mit *a* Appressorien und *h* Haustorium. *3* Perithecium. *4 Sphaerotheca Humuli* (DC.) Burr. Perithecium. *5 Microsphaera Alni* DC. Perithecium. *6 Podosphaera tridactyla* (Wallr.) de By. Perithecium. *7 Trichocladia Astragali* (DC.) Neg. Perithecien mit strangartig verschlungenen Anhängseln. *8 Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst. Perithecium mit nach unten gedrehten Anhängseln und an der Spitze das Tröpfchen mit der zelligen Haut. *9* Querschnitt durch ein solches Perithecium. *10* Keimende Spore *c* eines Oidium mit eindringendem Mycel *m* des *Cicinnobolus Cesatii*, dessen Spore *st* mit Keimblase *b* ausgekeimt hat. *11* Konidienträger eines Oidium mit Cicinnobolus. Alles stark vergr. (*1*, *2*, *10*, *11* nach SORAUER, *3* nach DELACROIX, *4*—*9* nach NEGER.)

Fruchtreben, drittens bei Überladung an Trauben, viertens bei Überwucherung des Stockes durch benachbarte Pflanzen, fünftens bei grofsem Alter des Stockes und sechstens bei Düngermangel. Die Mehrzahl der von CONTÉ angegebenen Beobachtungen wurde schon im Jahre 1860 von v. MOHL aus dem Berichte der englischen Gesandtschaften an ihre Regierung hervorgehoben[1]). Im allgemeinen hatten bis dahin die südlichen warmen Gegenden mehr gelitten, wodurch v. MOHL auf die Vermutung kam, dafs der Pilz zu seiner vollkommenen Entwicklung eine etwas höhere Temperatur braucht als die Weintraube zu ihrer Reife. Ein zweiter, wesentlich begünstigender Faktor stellte sich in gesteigerten Feuchtigkeitsverhältnissen heraus, indem die Gegenden in der Nähe des Meeres und die Orte mit regelmäfsigen häufigen Niederschlägen (Südabhänge der Alpen) besonders stark gelitten hatten, während manche, im Inneren von Spanien liegende, trockene Bezirke und das ein kontinentales Klima besitzende Ungarn damals beinahe frei ausgingen. Auch an denselben Örtlichkeiten zeigte sich der Unterschied der Lage von bedeutendem Einflusse, indem niedere und feuchte Lage die Krankheit befördert hatte, dagegen hoch und trocken gelegene Weinberge fast gänzlich verschont geblieben waren.

In Beziehung auf die Kulturmethode widersprechen aber die Berichte den Angaben von CONTÉ, da in ersteren betont wird, dafs eine niedere Erziehungsart von Nutzen sei. Trauben, welche unmittelbar auf dem Boden auflagen, waren vollkommen gesund. Alte Weinstöcke litten im allgemeinen mehr als die jüngeren Exemplare.

Einige Beobachtungen, die man bei Düngungsversuchen gemacht hat, legen die Vermutung nahe, dafs Kalimangel eine Prädisposition für die Krankheit schaffe, und es wird deshalb Düngung mit Jauche und Abraumsalz empfohlen. Es dürfte aber sehr zu bezweifeln sein, ob die Gewährung von Kali allein die Pflanze widerstandsfähig macht.

Wie schon oben erwähnt, ist das Oidium vorzüglich für die Verbreitung durch Wind angepafst. Man kann also die Verbreitung der Sporen bei heftigem Winde, wenn gleichzeitig auch trockenes und warmes Wetter herrscht, am ehesten erwarten. K. SAJÓ[2]) hat für Ungarn eine Beobachtung über das Auftreten des Oidiums im Vergleich zu dem des falschen Meltaues gegeben, woraus hervorgeht, dafs jenes andre meteorologische Ansprüche stellt als dieser. Es herrschten in dem Oidiumjahr hauptsächlich West- und Südwinde, welche am ehesten die Konidien von den Gestaden des Adriatischen Meeres zu bringen vermögen. Ferner herrschten im Vergleiche zum Plasmoparajahr im Mai

[1]) Reports of Her Majesty's Secretaries of Embassy and Legation on the Effect of the Vine disease etc., cit. in Bot. Zeit. 1860, S 168.

[2]) Meteorologische Ansprüche von Oidium Tuckeri und Peronospora viticola in Zeitschr. f. Pflanzenkr. XI, 1901, S. 92.

und Juni niedrigere Temperaturen und geringerer Druck des atmosphärischen Wasserdampfes. Demnach also scheinen trockene und warme Jahre mit vorherrschend westlichen und südlichen Winden für Ungarn die Gefahr einer Invasion mit Oidium zu bringen, heifse und feuchte Jahre dagegen mit Fehlen der genannten Winde günstig für die Plasmopara zu sein.

Als das bewährteste Mittel gegen den Meltau des Weinstocks und auch gegen die anderen Arten von Erysipheen hat sich das Schwefeln, d. h. das Überpudern der Pflanzen mit Schwefelblumen oder gepulvertem Schwefel herausgestellt.

Man hat zahlreiche Instrumente konstruiert, die das Schwefeln schneller und vollständiger zu vollbringen bestimmt sind, als es mit der Hand möglich ist. Wir glauben jedoch von jeder Beschaffung kostspieliger Apparate abraten zu müssen, weil einfachere denselben Zweck ebenso vollkommen erfüllen. Das Prinzip, nach welchem die meisten dieser Vorrichtungen gebaut sind, beruht auf Herstellung eines Handblasebalges, an dessen Spitze ein Behälter für Schwefelblumen angebracht ist, der in eine schnabelförmige Streuvorrichtung mündet. Noch billiger ist die Schwefelquaste. Dieselbe stellt einen Pinsel aus starken Wollfäden dar, die in einen siebartigen Blechboden derart gefafst sind, dafs zwischen je zwei Wollfäden ein Durchgangsloch in dem die Wollfäden haltenden Boden sich befindet. Der Stiel des Pinsels ist hohl. An seiner verschliefsbaren Spitze werden die Schwefelblumen eingeschüttet; dieselben fallen auf den Siebboden, der die Wollfäden hält, und durch die freigelassenen Löcher zwischen die einzelnen Fäden des Pinsels, der sie bei geringem Schütteln sehr gleichmäfsig über die Pflanze verteilt. Ein einmaliges Schwefeln genügt in der Regel nicht; dennoch sind die günstigen Wirkungen desselben immer noch bemerkbar. Es empfiehlt sich, den Schwefel das erste Mal kurz vor der Blüte, das zweite Mal kurz nach der Blüte und das dritte Mal etwa im August aufzutragen.

Nach den Versuchen von C. Mach[1]) ist die Wirkung des Schwefels von dem Grade der Feinheit des zur Verwendung gelangenden Pulvers abhängig. Durch Untersuchung mit dem Chancel'schen Sulfurimeter, sowie durch Abwägen bestimmter Volumina zeigt sich, dafs Schwefelblumen meistens gröber sind als die besseren Muster gepulverten Schwefels. Einen sehr hohen Feinheitsgrad zeigt der aus der Schwefelleber (durch Zusatz einer Säure) gefällte Schwefel, wenn seine Trocknung recht vorsichtig und bei niederer Temperatur erfolgt. Gestofsener Schwefel haftet allerdings etwas besser an den Pflanzen als durch Ausfällung gewonnener.

Das Schwefeln darf nicht in den Morgenstunden erfolgen, wenn die Pflanze noch taufeucht ist, sondern um die Mittagszeit, wenn die Sonne scheint. Ebenso ist es auch bei Regenwetter zu unterlassen.

Die Wirkung des Schwefels auf den Pilz ist nicht mit voller Sicherheit festzustellen gewesen. Die einen halten sie für eine chemische, die andern für eine physikalische. Die Anhänger der ersteren Möglichkeit meinen, dafs der Schwefel zu schwefliger Säure oxydiert. Dafs bei Einwirkung von direktem Sonnenlicht auf die geschwefelten Triebe

[1]) Über die Qualität des zur Bekämpfung des Oidiums verwendeten Schwefels in Pomolog. Monatshefte von Lucas, 1884, Heft 6, S. 170.

schweflige Säure entsteht, hat MORITZ[1]) nachgewiesen. BASAROW[2]) bestätigte diese Beobachtung und zeigte zugleich, dafs die entstehende Menge schwefliger Säure äufserst gering ist. Dies würde nun aber bei der stark desinfizierenden Wirkung und dem Umstande, dafs auf den Entwicklungsherden, den Blättern, der Gehalt an schwefliger Säure ein viel gröfserer sein wird, nicht als Einwand gegen die Annahme gelten können, in dieser Säure den wirksamen Faktor bei dem Schwefeln zu erkennen. Allein es liegen doch eine Anzahl Bedenken vor. Zunächst kann man sich bei Aussaat von Meltausporen überzeugen, dafs dieselben in schwachprozentiger Lösung von schwefliger Säure noch keimen. Ferner liegen Angaben vor, dafs auch andere Mittel, die keine schweflige Säure entwickeln, unter Umständen wirksam sind. Aufserdem wird berichtet[3]), dafs die Beimengung gröfserer Quantitäten schwefliger Säure zur Luft durch Schwächung der Nährpflanzen die Pilzausbreitung befördert hat. MACH spricht sich auch infolge solcher Bedenken dahin aus, dafs die Wirkung des Schwefels zwar eine chemische, aber weder in der Entwicklung der schwefligen Säure noch des von POLIACCI[4]) nachgewiesenen Schwefelwasserstoffs zu suchen sei. Nach SORAUERS Aussaatversuchen ist der letzte jedenfalls ein die Keimung des *Oidium* wirksamer hinderndes Mittel als die schweflige Säure, und, falls sich die Untersuchungen von POLIACCI bestätigen sollten, würde man dem Schwefelwasserstoff in erster Linie die Wirkung des Schwefelns zuschreiben können. Es ist übrigens auch durch die Versuche von SELMI und MISSAGHI[5]) nachgewiesen worden, dafs, wenn Pilze mit Schwefel überschüttet werden, sich Schwefelwasserstoff bildet.

Kalk und Schwefel in Wasser zusammengerührt wird von PEYRONE empfohlen. MANDOLA wandte mit Erfolg eine etwa 40 % Schwefel enthaltende sizilianische Erde zum Bestreuen an. Aufserdem ist auch Schwefelkalk mit Gummi arabicum zusammen gelöst zum Bespritzen in Anwendung gekommen. Aber alle diese Mittel haben das Bepudern mit gestofsenem Schwefel nicht verdrängen können, weshalb wohl die Anwendung dieses Mittels auch heute noch am ehesten empfohlen werden kann.

Andere Beobachter nun, die das Wirksame des Schwefelns nicht in der Erzeugung eines chemischen Stoffes suchen, sind der Meinung, dafs das Pilzmycel nur durch die rein physikalische Wirkung des staubförmigen Pulvers zugrunde geht, indem es erstickt wird. Wenn diese Annahme richtig ist, dann mufs auch Strafsenstaub so gut wie Schwefelblumen wirken. In der Tat hat CHRETIEN[6]) im Jahre 1856 vor der Pariser Akademie der Wissenschaften die guten Wirkungen des Bestreuens mit Chausseestaub gegen die Erysiphe bestätigt, nachdem schon drei Jahre früher E. ROBERT das Mittel mit Vorteil angewendet hatte.

Dieselben Erfahrungen finden sich auch in dem Berichte der

---

[1]) Über die Wirkungsweise des Schwefels usw. in Landwirtschaftl. Versuchsstationen XXV, 1880.

[2]) BIEDERMANN's Centralbl. 1883, S. 700.

[3]) Z. B. bei den vulkanischen Ausbrüchen auf Santonin, Naxos u. a. Inseln im Jahre 1866. Flora 1867, S. 236.

[4]) POLIACCI in Gazzetta chimica italiana, vergl. Bot. Jahresber. IV, S. 125. Nicht blofs das Oidium, sondern die Weinpflanzen selbst entwickeln Schwefelwasserstoff, wenn sie mit Schwefel bestreut werden

[5]) Vergl. Bot. Jahresber. IV, 1876, S. 96.

[6]) Monatschrift für Pomologie und prakt. Obstbau von Oberdieck und Lucas 1857, S. 322.

englischen Gesandten vom Jahre 1859, auf den v. MOHL[1]) die Aufmerksamkeit gelenkt hat. In Spanien waren die Örtlichkeiten, welche an Chausseen liegen, und deren Pflanzungen so stark mit Strafsenstaub bedeckt waren, dafs sie Tonmodellen glichen, gänzlich von der Weinkrankheit verschont geblieben. Auch der Schwefel, sagt MOHL, wirkt nur dann, wenn er reichlich bei trockenem Wetter aufgestreut wird. Bei trockener Witterung haben sich auch Kohlen- und Kalkstaub bewährt. Es bleibt bei allen diesen Angaben aber noch zu erörtern, ob nicht die Trockenheit der Luft bei wahrscheinlich lang anhaltender regenloser Witterung der Ausbreitung der Krankheit eine Grenze gesetzt hat.

Erwähnt mag zum Schlusse noch werden, dafs man sich eine Zeit lang der Hoffnung hingab, dafs ein auf dem Oidium vegetierender Schmarotzerpilz die Bekämpfung erleichtern würde. Es treten nämlich auf den Konidienträgern häufig statt der Konidien Pykniden auf, die zu einem Schmarotzerpilz *Cicinnobolus Cesatii* gehören, wie DE BARY[2]) richtig erkannte. Das Mycel dieses Pilzes befindet sich in den Mycelfäden des Oidium und saugt sie aus (Fig. 28, *10*, *11*). Da indessen Cicinnobolus meist erst auftritt, wenn die Fruktifikation des Oidium im Hochsommer bereits im Verfall begriffen ist, so hat er als Bundesgenosse in der Bekämpfung des Meltaues so gut wie keine Bedeutung.

Die nun zu besprechenden Gattungen der Unterfamilie der Erysipheae besitzen als Krankheitserreger nicht die grofse Bedeutung, welche den soeben behandelten Arten zukam. Die Gattung *Microsphaera* Lév. zeichnet sich durch ihre Anhängsel aus, die in der Äquatorialzone des Peritheciums angeheftet sind und erst an der Spitze sich mehrfach in kurze Dichotomieen verzweigen. Am bekanntesten ist *Microsphaera Grossulariae* Lév. auf den Blättern der Stachelbeere. Der Pilz überzieht beide Seiten der Blätter mit einem grauweifsen, spinnwebeartigen Filz, in dem die Perithecien einzeln oder in kleinen Gruppen vereinigt eingebettet liegen. Auf *Alnus*, *Betula*, *Syringa*, *Corylus*, *Quercus* und anderen Holzgewächsen kommt *M. Alni* DC. mit zahlreichen Varietäten vor (Fig. 28, *5*), auf *Rhamnus*-Arten *M. divaricata* Wallr., auf *Berberis* *M. Berberidis* u. a. Auf Beta hat J. VAŇHA[3]) eine *M. Betae* beobachtet, die neben den Konidien noch gleichgestaltete Zoosporangien besitzen soll. Diese Angabe bedarf, ebenso wie die Berechtigung der Art noch sehr der Prüfung. Alle diese Arten richten keinen nennenswerten Schaden an. Mit *Microsphaera* wurde gewöhnlich *Trichocladia* Lév. vereinigt, bis NEGER nachwies, dafs die Gattung sich gut charakterisieren läfst. Sie nimmt eine Mittelstellung zwischen *Microsphaera* und *Erysiphe* ein, indem sie die Anhängsel von dieser, den Perithecienbau von jener Gattung hat. Als hauptsächlichste Art sei *T. Astragali* (DC.) Neg. (Fig. 28, *7*) genannt, die auf den Blättern von *Astragalus*-Arten durch ganz Europa zu finden ist.

Besonders häufig, aber Kulturpflanzen nicht besonders schädlich, sind die Arten der Gattung *Erysiphe (Erysibe)* Lév., die mit ihren grauen Schimmelüberzügen Blätter und Stengel überziehen. Häufig trifft man nur die Konidienformen, namentlich während des Sommers, die ebenfalls der Formgattung *Oidium* angehören und meist mit besonderen

---

[1]) Bot. Zeit. 1860, S. 172.
[2]) Beiträge zur Morph. u. Phys. der Pilze III, S. 53.
[3]) Eine neue Blattkrankheit der Rübe in Mitteil. d. Landw. Landes-Vers.-Stat. f. Pflanzenkult. in Brünn, 1903 (cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkr. XIV, 178).

Namen bezeichnet worden sind. Die häufigste und am weitesten verbreitete Art ist *Erysiphe Polygoni* DC. (auch unter den Namen *E. communis* Grev., *E. Martii* Lév., *E. Pisi* DC. bekannt), die auf sehr vielen Dikotyledonen vorkommt. Häufig werden auf Kleeäckern weite Strecken weiſs gefärbt, indem das Mycel die ganzen Pflanzen überzieht. Die Sporen reifen nicht an der grünen Nährpflanze, sondern erst am abgestorbenen Blattgewebe. Ebenfalls weitverbreitete Arten auf Dikotyledonen sind *E. Cichoriacearum* DC. (*E. lamprocarpa* Kickx) und *E. Galeopsidis* DC. Beide erzeugen bereits an der lebenden Nährpflanze reife Schlauchsporen. Auf Gramineen trifft man häufig *E. graminis* DC.; als Konidienform gehört hierzu *Oidium monilioides* Desm. Man hat diese Art vielfach auf Getreide, namentlich Weizen, beobachtet und schreibt ihr nicht mit Unrecht gewisse Schädigungen der Pflanzen zu, die in ihrem Wachstum manchmal bedeutend zurückbleiben. Das Auftreten des Pilzes wird durch ungünstige Boden- und Klimaeinflüsse befördert; namentlich bewirken nasser Boden, Frühjahrsfröste, starker Regen und zu frühe Herbstsaat eine besonders schnelle Ausbreitung dieses Meltaus. Endlich wären noch *E. taurica* Lév. auf Kompositen und anderen Dikotyledonen zu nennen; diese Art dringt nach E. S. Salmon's Untersuchungen mit ihrem Mycel in das Blattgewebe ein und muſs daher wohl als besondere Gattung zu den Phyllactinieen gestellt werden. Eine *E. Solani* hat J. Vaňha[1]) aufgestellt und behauptet, bei ihr Zoosporangien gefunden zu haben.

Die Unterfamilie der Phyllactinieae unterscheidet sich besonders durch das in das Blattgewebe eindringende Mycel und durch die eigentümlichen Anhängsel der Perithecien, über die bereits S. 185 das Notwendigste gesagt worden ist. Man rechnet nur eine einzige Gattung hierher, *Phyllactinia* Lév. mit der Art *P. corylea* (Pers.) Karst. (*P. suffulta* [Reb.] Sacc., *P. guttata* Wallr.) (Fig. 28, *8*, *9*). Der Pilz überzieht bei Holzpflanzen die Blattunterseite, seltner beide Blattseiten, mit seinem grauweiſsen Mycel. Man findet ihn bei fast allen unseren Waldbäumen, besonders Eiche, Buche, Hainbuche, Ahorn, Weiſsdorn, Haselnuſs usw. Die Konidienform wurde als besondere Gattung *Ovulariopsis* aufgestellt und scheint sich häufiger in den Tropen als in unseren Breiten zu finden.

Erwähnung mögen hier auſserdem einige Oidiumformen finden, welche bisher noch nicht in den Entwicklungskreis einer Erysiphee untergebracht werden konnten. So findet sich auf *Mespilus germanica* *Oidium mespilinum* v. Thüm, auf kultivierten *Verbena*-Arten *O. Verbenae* v. Thüm. et Bolle, auf kultiviertem *Chrysanthemum indicum* *O. Chrysanthemi* Rabenh. u. a.

Die Familie der Perisporiaceae besitzt ebenfalls allseitig geschlossene Perithecien, die sich durch Verwitterung der Auſsenhülle öffnen; sie sind aber von den Erysiphaceen leicht durch das dunkel gefärbte Mycel kenntlich. Soweit man überhaupt Nebenfruchtformen bei ihnen gefunden hat, haben sie niemals die Gestalt eines Oidiums. Nur wenige Arten hat man bisher als Pflanzenparasiten beobachtet; ihnen allen ist gemeinsam, daſs sie die Blattflächen mit dem schwarzen Mycel dicht überziehen und dadurch das Licht abhalten. Man hat ihnen deshalb den bezeichnenden Namen „Ruſstaupilze" gegeben und bezeichnet die Erkrankungen als Ruſstau, fälschlich auch als Schwärze.

---

[1]) Siehe Anm. 3 auf S. 198.

Zu nennen wäre die Gattung *Dimerosporium* mit der Art *D. pulchrum* Sacc., ein Pilz, der im wärmeren Europa die Blätter von *Lonicera, Cornus* und anderen Holzgewächsen mit seinem schwarzbraunen Mycel überzieht. Aufser den hellbraunen Perithecien, die in den Schläuchen acht zweizellige Sporen enthalten, kommen Konidien vor, die aus paketförmig angeordneten Zellen bestehen und unter dem Namen *Sarcinella heterospora* bekannt sind. Besonders häufig in den Tropen finden sich die zahllosen Vertreter der Gattung *Meliola*, welche die Blätter mit schwarzen Krusten überziehen. Man kennt sie noch wenig und weifs daher auch nicht, ob sie bei ihrem massenhaften Vorkommen etwa den Nutzpflanzen schädlich werden können. In Amerika scheint dies bei den Apfelsinenbäumen der Fall zu sein[1]), wo hauptsächlich *Meliola Penzigi* und *M. Camelliae* in Betracht kommen. Da die Ansiedlung dieser Pilze zuerst auf den Aussonderungen der Blattläuse erfolgt, so bekämpft man sie durch Vernichtung dieser Tiere (namentlich *Aleyrodes citri*) mittels Harz- oder Petroleumemulsionen. Ein natürlicher Feind der Blattläuse ist der Pilz *Aschersonia aleyrodis* und eine nicht näher bestimmbare braune Mycelform. Weniger harmlos scheint nach den Beobachtungen F. Neger's[2]) *Lasiobotrys Lonicerae* Kze. zu sein. Während nämlich die übrigen Perisporiaceen nur auf der Oberfläche der Blätter sitzen und nicht in das Blattgewebe eindringen, geht dieser Pilz mit seinem Mycel unter die Cuticula und bildet subcuticular ein aus zwei bis drei Zellschichten bestehendes Lager. Auf diesem Lager steht ein stromaartiges flaches Gewebe, das am Rande Borsten und zwischen ihnen die Perithecien trägt. Bei der Reife lösen sich die Stromata los, zu einer Zeit, wo die Perithecien noch nicht ausgereift sind. Die Wirtspflanze dieser eigentümlichen, wohl aber kaum sehr schädlichen Art ist *Lonicera*.

Weitaus die bekannteste aller hierhergehörigen Gattungen ist *Apiosporium* Kze., auch als *Fumago* Mont. bezeichnet. Die Abgrenzung der Arten dieser Gattung ist noch höchst unsicher, weil sich nur selten Perithecien finden. Man nimmt an, dafs alle die Rufstauüberzüge, die sich bei den mannigfaltigsten Pflanzen, namentlich aber bei Alleebäumen, finden, von einer einzigen Art herrühren, die als *Apiosporium salicinum* (Pers.) Kze. zu bezeichnen sein würde (Fig. 29). Der Pilz wird auch häufig als *Capnodium salicinum, Fumago vagans* oder *Cladosporium Fumago* bezeichnet. Er besitzt einen sehr reichen Pleomorphismus, der von W. Zopf[3]) zuerst klargelegt worden ist. Die Perithecien bilden schwarze, längliche, mit breitem Fufs versehene Behälter, die häufig noch Verzweigungen besitzen, in denen dann Pykniden entstehen. Die Asken sind breitkeulig und enthalten sechs bis acht eiförmige, braune, mit drei bis vier Querwänden und bisweilen auch mit einigen Längswänden versehene Sporen. Während die Schlauchform nur äufserst selten aufgefunden worden ist, treten die übrigen Fruchtformen dafür um so häufiger auf. Es finden sich Gemmen, die als rundliche, angeschwollene Zellen an den Mycelfäden einzeln oder reihenweise stehen: häufig treten diese Gemmen zu klumpenartigen Komplexen zusammen. Wahrscheinlich durch fortdauernde Teilungen entstehen die Coniothecien,

[1]) Webber, H. J., Sooty mould of the orange and its treatment in U. S. Dep. of Agric Bull. Nr. 13. 1898.

[2]) Vergl. Neger in Kryptogamen Fl. der Mark Brandenb. VII, 140 und Festschr. z. Feier des 75jähr. Bestehens der Grofsherzogl. Forstlehranstalt Eisenach 1905. S. 92.

[3]) Die Konidienfrüchte von Fumago in Nova Acta XL. Halle 1878.

die aus einer grofsen Zahl von farblosen, Glykogen führenden Zellen bestehen, die aufsen von einer lockeren, aus gebräunten Zellen gebildeten Rinde umgeben werden. Neben diesen gemmenartigen Nebenfruchtformen finden sich aufrechte, einzelnstehende Konidienträger, welche meist verzweigt sind und an den Zweigenden reihenweise eiförmige Konidien erzeugen. Mehrere dieser Konidienträger können zu säulchenförmigen Coremien zusammentreten; die Träger sind bei diesen Coremien in einer bestimmten Region dorsiventral ausgebildet und schnüren auf der Innenseite Konidien ab. Von diesen Gebilden bis zu den Pykniden ist nur ein kleiner Schritt. Je nach der äufseren Struktur unterscheidet man Hyphenpykniden, welche auf der Aufsenfläche fädige Struktur besitzen, oder Gewebepykniden, die eine paraplectenchymatische Hülle zeigen.



Fig. 29. Rufstaupilz *Apiosporium salicinum* (Pers.) Kze.
1 Pykniden und Perithecien. *spg* Pykniden mit kleinen Sporen *sp*, *p* Pykniden mit grofsen Sporen *st*, *g* verästelte Pyknide, *h* haarartige Anhängsel der Wand, *pe* Perithecium mit Schläuchen *s*. *2* Konidienträger. *h* farblose Hyphenunterlage, *f* fadenartig zusammenhängende Gemmen, *z* Coniothecien-artige Zellhaufen, *ct* Konidienträger, *c* Konidien. (Nach Sorauer's Handbuch.)

Im Innern der Pykniden findet sich stets ein centraler Hohlraum, an dessen Wandung die Pyknosporen gebildet werden. Auffälliger als alle diese Fruchtformen wird aber der Pilz durch das schwarze Mycel, das in dicken, abhebbaren Lagen die Blattoberfläche, Blattstiele und Zweige überzieht. Da das Mycel nicht in das Blatt eindringt, so mufs die Ernährung saprophytisch erfolgen. Zopf hat dargetan, dafs die von Blattläusen ausgespritzte süfse Flüssigkeit, die oft in dicken Tropfen oder Überzügen die Blätter wie lackiert erscheinen läfst, das hauptsächliche Nährsubstrat des Mycels ist. Wenn also in heifsen Sommern eine ergiebige Vermehrung der Blattläuse stattfindet, so tritt auch stets ein epidemisches Auftreten des Rufstaues ein. Obwohl unter den obwaltenden Umständen von einer direkten Schädigung der Pflanzen nicht gut die Rede sein kann, so werden häufig doch Bleichung der Blattfläche und Auftreten von trockenen Flecken festgestellt, die

nur dadurch hervorgerufen sein können, dafs der dichte schwarze Überzug die Assimilationstätigkeit lähmt und die grünen Zellen zuletzt zum Absterben bringt. Besonders lästig macht sich der Rufstau im Juli beim Hopfen und bei strauchigen Gartenpflanzen. Als Gegenmittel empfiehlt sich das Abspülen des von den Blattläusen abgeschiedenen Zuckersaftes durch Spritzen mit Wasser; auf dem Felde allerdings mufs diesen Reinigungsprozefs der Regen besorgen, bei dessen Ausbleiben das Mycel schnell um sich greift.

Aufser dieser Art hat man noch zahlreiche andere unterschieden, deren Perithecien aber meist noch nicht bekannt geworden sind. So soll sich *A. Footii* (Berk. et Desm.) durch borstenförmige Perithecien unterscheiden; es befällt besonders Gewächshauspflanzen und macht sich dadurch in Gärtnereien unangenehm bemerkbar.

Auf den Reben tritt der Rufstau ziemlich häufig auf und läfst die Trauben schwerer ausreifen. Während G. Lüstner[1]) dafür das bekannte *Apiosporium salicinum* für unsere Breiten verantwortlich macht, führt F. Noack[2]) eine ähnliche Erkrankung auf die neue Art *A. brasiliense* zurück. Lüstner empfiehlt zur Bekämpfung die Vernichtung der Schildläuse, deren Eierhaufen im Mai sich durch Schwefelkohlenstoff oder eine ähnliche Flüssigkeit zerstören lassen.

Man hat von *Apiosporium* die Gattung *Antennaria* Link unterschieden durch die fast kugligen Perithecien und quer vierzelligen Sporen. Der Reichtum an Nebenfruchtformen ist auch hier sehr grofs. Am bekanntesten ist *A. pithyophila* Nels auf Tannennadeln.

Die dritte Familie der Perisporiales, die Microthyriaceae, unterscheiden sich dadurch von den übrigen, dafs bei ihnen die Perithecien nur in ihrer oberen Hälfte als schildförmige, meist aus radiär verlaufenden Hyphen bestehende Decke ausgebildet sind. Gewöhnlich ist am Scheitel dieses flachen, schildförmigen Fruchtkörpers eine Mündungsöffnung vorhanden. Die meisten Vertreter der Familie leben auf der Oberfläche von Blättern, wo ihr schwarzes Mycel, in dem die Fruchtkörper eingebettet sind, rufstauartige Überzüge bildet. Der Schaden, den sie stiften, dürfte nur sehr gering sein trotz ihrer sehr weiten Verbreitung in den Tropen. Am bekanntesten sind die Gattungen *Asterina* mit der Art *A. Veronicae* (Lib.) Cke. und *Microthyrium* mit der deutschen Art *microscopicum* Desm. Auf die zahlreichen anderen, nach den Sporen unterschiedenen Gattungen ist hier nicht einzugehen.

Hypocreales.

Die Hypocreales mit der einzigen Familie der Hypocreaceae bilden eine kleine Gruppe, die sich von den übrigen Pyrenomyceten sofort durch ihre weichen, lebhaft gefärbten Gehäuse unterscheiden läfst. Mancherlei Versuche, die ganze Abteilung aufzulösen und bei den Sphaeriales an den entsprechenden Stellen unterzubringen, haben bisher zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt; deshalb erscheint es am besten, die Abteilung bis auf weiteres ungeteilt zu lassen, wobei man sich allerdings klarhalten mufs, dafs manche der hier untergebrachten Gattungen kaum eine Verwandtschaft miteinander besitzen. Wenn man von dem allen Gattungen gemeinsamen, bereits oben angeführten Merkmal

---

[1]) Mitteil. über Weinbau u. Kellerwirtschaft. 1902. Nr. 1.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. IX, 1899, S. 8; cfr. Bull. Soc. Myc France XX, 1904, S. 153.

des Gehäuses absieht, so passen alle übrigen Kennzeichen immer nur auf kleinere Gruppen oder einzelne Gattungen. Man teilt die Familie in Unterfamilien ein, indem man entweder das Vorhandensein eines Stromas (SCHROETER, LINDAU) oder die Teilung der Sporen (SACCARDO, MÖLLER) als Haupteinteilungsprinzip nimmt. Da es uns hier nicht auf die Systematik, sondern auf die Schädlichkeit der einzelnen Formen ankommt, so sollen hier die wichtigeren Vertreter nach ihrer Bedeutung für die Lehre von den Pflanzenkrankheiten vorgeführt werden.

Die Gattung *Melanospora* Corda besitzt kuglige Fruchtkörper, die entweder einzeln stehen oder zu mehreren in einem dichten Hyphenfilz sitzen. Die Wandung ist sehr zart, meist braun gefärbt und besitzt eine mehr oder weniger deutlich schnabelförmige, mit Borsten besetzte Öffnung. Die Sporen sind meist sehr charakteristisch citronenförmig gestaltet und dunkel gefärbt. Während die übrigen Arten der Gattung harmlose Saprophyten darstellen, tritt *M. damnosa* (Sacc.) Lindau als gefährlicher Feind des Weizens und der Gerste in Sardinien auf. A. N. BERLESE[1]) hat über den Parasitismus dieser Art ausführliche Angaben gemacht; danach bleiben die erkrankten Weizenpflanzen kürzer und schmächtiger und bringen ihre Körner kaum zur Reife. Am Grunde der Halme werden Mycelbildungen sichtbar, worauf sich dann gröfsere, bräunliche Flecken einstellen. Zwischen Halm und Blattscheiden finden sich gröfsere Mycelansammlungen, in denen hin und wieder winzige braune Perithecien auftreten, in deren Schläuchen je acht olivenbraune, citronenförmige Sporen entstehen. Das Mycel des Pilzes findet sich in den unteren Internodien in der Nähe der Gefäfsbündel im Parenchym vor, geht aber nicht in die Wurzeln hinab. Die Infektionsversuche ergaben zum Teil ein positives Resultat; besonders förderlich war für das Weiterverbreiten der Mycelien Wärme und Trockenheit, während starkes Begiefsen sie abtötete. Vielleicht ergeben sich daraus Fingerzeige für das Auftreten des Pilzes als Parasiten; denn es ist anzunehmen, dafs sich der Pilz in der Regel nur saprophytisch ernährt.

Gesellig zusammenstehende, oft durch ein Stroma verbundene Fruchtkörper besitzt die Gattung *Gibberella* Sacc., von der uns die Art *G. Saubinetii* (Mont.) Sacc. interessiert[2]). Das Mycel des Pilzes tritt sehr häufig an den Körnern und Spelzen der Getreidearten, des Mais und anderer Pflanzen auf und geht auch bisweilen auf die vegetativen Organe über, indem es rötliche, zusammenhängende oder warzenförmige Überzüge bildet. Zuerst werden Konidien erzeugt, welche spindelförmig, gekrümmt, sechszellig und leicht rötlich gefärbt sind. Da sie in grofsen Mengen abgeschnürt werden, so können dicke Haufen davon entstehen. Man kennt die Konidienform schon lange unter dem Namen *Fusarium roseum* Link. Daneben werden nach SOROKIN noch kuglige, farblose Konidien gebildet. Bisweilen findet man das Mycel auch im Innern der Nährpflanze. Ungleich seltener treten die Perithecien auf, die in Form von feinen, glänzenden Pünktchen auf den Körnern sitzen. Während sie bei auffallendem Lichte

---

[1]) Nuovi studi sulla malattia del frumento sviluppatasi nel 1895 in Sardegna in Riv. di Patol. veg. V, 1897, S. 88; ferner SACCARDO, P. A. e BERLESE, A. N., Una nuova malattia del frumento in Bollett. di entomol. agr. e patol. veget. II, 1895, S. 143.

[2]) Vergl. SOROKIN, Über einige Krankheiten der Kulturpflanzen im Süd-Ussurischen Gebiet, cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkr. I, 236.

schwarz erscheinen, zeigen sie bei durchfallendem Licht blaue oder fast violette Farbe. Die Sporen sind ellipsoidisch, hyalin und durch Querwände in vier Teilzellen gegliedert. Der Pilz kommt überall vor, besonders in der Konidienform, und soll namentlich in Amerika gröfseren Schaden stiften, indem die befallenen Stellen schorfig werden. Völlig aufgeklärt ist sein Verhalten als Parasit noch nicht.

Von E. F. Smith[1]) wurde die Gattung *Neocosmospora* E. F. Sm. aufgestellt und in bezug auf die Schädlichkeit der einen Art *N. vasinfecta* (Atk.) E. F. Sm. näher untersucht. Der Pilz tritt besonders auf *Gossypium herbaceum, Citrullus vulgaris, Vigna sinensis* und *Hibiscus esculentus* schädigend auf, indem er die als „*blight*“ oder „*wilt*“ bekannte Krankheit in Nordamerika erzeugt. Neuerdings wurde der Parasit auch an *Sesamum orientale* in Turkestan von A. v. Jaczewski[2]) beobachtet. Der Angriff des Mycels erfolgt von den Wurzeln aus; zuerst werden die wasserleitenden Gefäfse davon ausgefüllt, wodurch dann ein schnelles Welken der oberirdischen Teile erfolgt. Sobald die Pflanze abgestorben ist, findet ein Durchwuchern der gesamten Pflanze statt, indem zuerst das Gefäfssystem und von diesem aus die anderen Gewebe erfüllt werden; bisweilen findet sich nach dem Tode und der Durchwucherung der Pflanze das Mycel auch auf der Aufsenseite. Im Innern der Pflanze werden vom Mycel Konidien an kurzen seitlichen Trägern gebildet, die einzeln an deren Spitze entstehen, von der folgenden zur Seite geschoben werden und zuletzt ein Köpfchen bilden, das leicht von der Trägerspitze abfällt. Man nennt derartige Konidienköpfchen *Cephalosporium*; sie kommen häufig als Nebenfruchtformen von Hypocreaceen vor. Neben diesen kleinen einzelligen Konidien findet man noch sichelförmig gebogene, drei- bis fünfzellige Sporen, die dem Fusariumstadium angehören. Sie entstehen auf der Oberfläche der Nährpflanze. Endlich wurden auch in Kulturen kuglige, dünnwandige, glatte Chlamydosporen gefunden. Die Perithecien besitzen eine auffällig hochrote Farbe und erzeugen in den Schläuchen kuglige, hellbraune, dickwandige Sporen, deren Exospor meist runzlig ist. Smith und Orton haben durch eine grofse Reihe von Infektionsversuchen dargetan, wie der Pilz vom verseuchten Boden aus in die Pflanze eindringt. Die Neuinfizierung des Bodens geschieht durch faulende kranke Pflanzenteile. Bei der Unmöglichkeit, den Boden zu sterilisieren, helfen nur Vorbeugungsmittel, wie Fruchtwechsel, und die Auswahl widerstandsfähiger Sorten. Da die künstliche Kultur des Pilzes gut gelang, so wäre es nicht unmöglich, dafs er auch in der Natur sich saprophytisch findet und erst unter bestimmten Umständen zum gefährlichen Parasiten wird. Smith unterscheidet die auf den drei Nährpflanzen vorkommenden Pilze als Varietäten, worauf hier nicht einzugehen ist.

Durch ein aus dichtverwebten Hyphen bestehendes, wolliges oder filziges Stroma zeichnet sich die Gattung *Hypomyces* Fries aus, deren Vertreter zum gröfsten Teile auf Hutpilzen schmarotzen. Die Fruchtkörper besitzen ein weiches, zartes Gehäuse und sind weifs, rot oder

[1]) Wilt disease of Cotton, Watermelon and Cowpea in U. S. Dep. Agric. Div. Veg. Phys. and Path., Bull. 17, 1899; ferner W. A. Orton, The Wilt disease of Cotton and its control, l. c. Bull. 27, 1900.

[2]) Über das Vorkommen von Neocosmospora vasinfecta auf Sesamum orientale in Ann. mycol. I, 1903, S. 31.

gelb gefärbt. Die Sporen sind lanzettlich, zweizellig und zerfallen häufig noch im Schlauch in die Teilzellen, so dafs dann 16 Sporen im Schlauch vorhanden zu sein scheinen. Die meisten Arten besitzen mehrere Nebenfruchtformen, wie z. B. *Verticillium* mit einzelligen, *Diplocladium* mit zweizelligen, *Dactylium* mit mehrzelligen Konidien, ferner von Chlamydosporenzuständen *Sepedonium* mit einzelligen, *Mycogone* mit zweizelligen und *Blastotrichum* mit mehrzelligen Chlamydosporen. Eine oder mehrere dieser Fruchtformen sind fast als zu jeder Art gehörig erwiesen worden. An *Boletus*-Arten (darunter auch am Steinpilz) kommt käufig *H. chrysospermus* (Bull.) Tul. vor. Ähnliche Konidienformen wie die genannte sind auch sonst mehrfach beobachtet, ohne dafs man die Schlauchform bisher hat auffinden können; sie sollen bei *Mycogone* in Zusammenhang mit den übrigen wichtigen Feinden der Champignonkulturen behandelt werden. Einen Vertreter der Gattung *Hypomyces* haben wir bereits auf Seite 34 kennen gelernt.

Die gröfste und wichtigste hierher gehörige Gattung ist unter dem Namen *Nectria* Fries bekannt. Allen Arten gemeinsam ist das kuglige, weichhäutige, rote oder bräunliche, seltner gelbliche Gehäuse, das die acht zweizellige Sporen enthaltenden Schläuche umhüllt; sonst aber ist der äufsere Habitus sehr verschieden, je nachdem ein Stroma vorhanden ist oder nicht. Bei fehlendem Stroma stehen die Fruchtkörper einzeln oder häufen sich zu kleinen Gruppen an; ist dagegen ein Stroma, das stets fleischig und lebhaft gefärbt ist, vorhanden, so sitzen die Fruchtkörper auf oder in demselben. Das Stroma kann entweder begrenzt oder weit ausgebreitet sein. Die Sporen beginnen häufig schon im Schlauche zu sprossen, wodurch dann zuletzt der Schlauch mit kleinen ellipsoidischen Sporen vollgestopft erscheint. Von Nebenfruchtformen sind mehrere Typen bekannt. Häufig finden sich neben den Perithecien oder an ihnen selbst ansitzend Konidien vom Habitus von *Cephalosporium* (einzeln abgeschnürte endständige Konidien, die schliefslich ein Köpfchen bilden). In den meisten Fällen gehen aber Konidienlager den Perithecien voraus; man kennt solche vom Habitus von *Tubercularia* (höckerförmige Lager von Sterigmen, die endständig Sporen bilden) und von *Fusarium* (Hyphenlager mit endständigen, spindelförmigen oder sichelförmig gebogenen, mehrzelligen Sporen). Als obligater Parasit ist keine einzige Art bekannt, wohl aber mehrere als gefährliche Wundparasiten, deren Schädlichkeit namentlich durch neuere Arbeiten gezeigt worden ist.

Die bekannteste Art ist *N. cinnabarina* (Tode) Fries, deren Konidienlager (*Tubercularia vulgaris* Tode) auffällige rote Höcker (Fig. 30, *4, 5*) an fast allen unseren Laubhölzern und Straucharten in der kälteren Jahreszeit bilden. Man wird namentlich an *Betula, Tilia* und *Ribes* die auffälligen, oft dicht nebeneinanderstehenden Lager selten vergeblich suchen. Meist erst im Frühjahr bilden sich dann ziemlich selten an diesen Lagern die roten Perithecien aus. Man nahm früher allgemein an, dafs der Pilz allein die abgestorbenen, vom Froste getöteten Zweige ergreifen könnte, aber bereits H. Mayr[1]) konnte den gesunden Holzkörper von *Acer, Alnus, Aesculus, Robinia, Ulmus* usw. durch Einimpfen des Pilzes zum Absterben bringen. C. Brick[2]) legte zuerst die grofse Schädlichkeit des Pilzes für die von ihm befallenen Bäume dar. Die

[1]) Cfr. R. Hartig, Lehrbuch der Baumkrankheiten, 1882, S. 112.
[2]) Über Nectria cinnabarina in Jahrb. d. Hamburg. wiss. Anstalt X, 2, 1892.

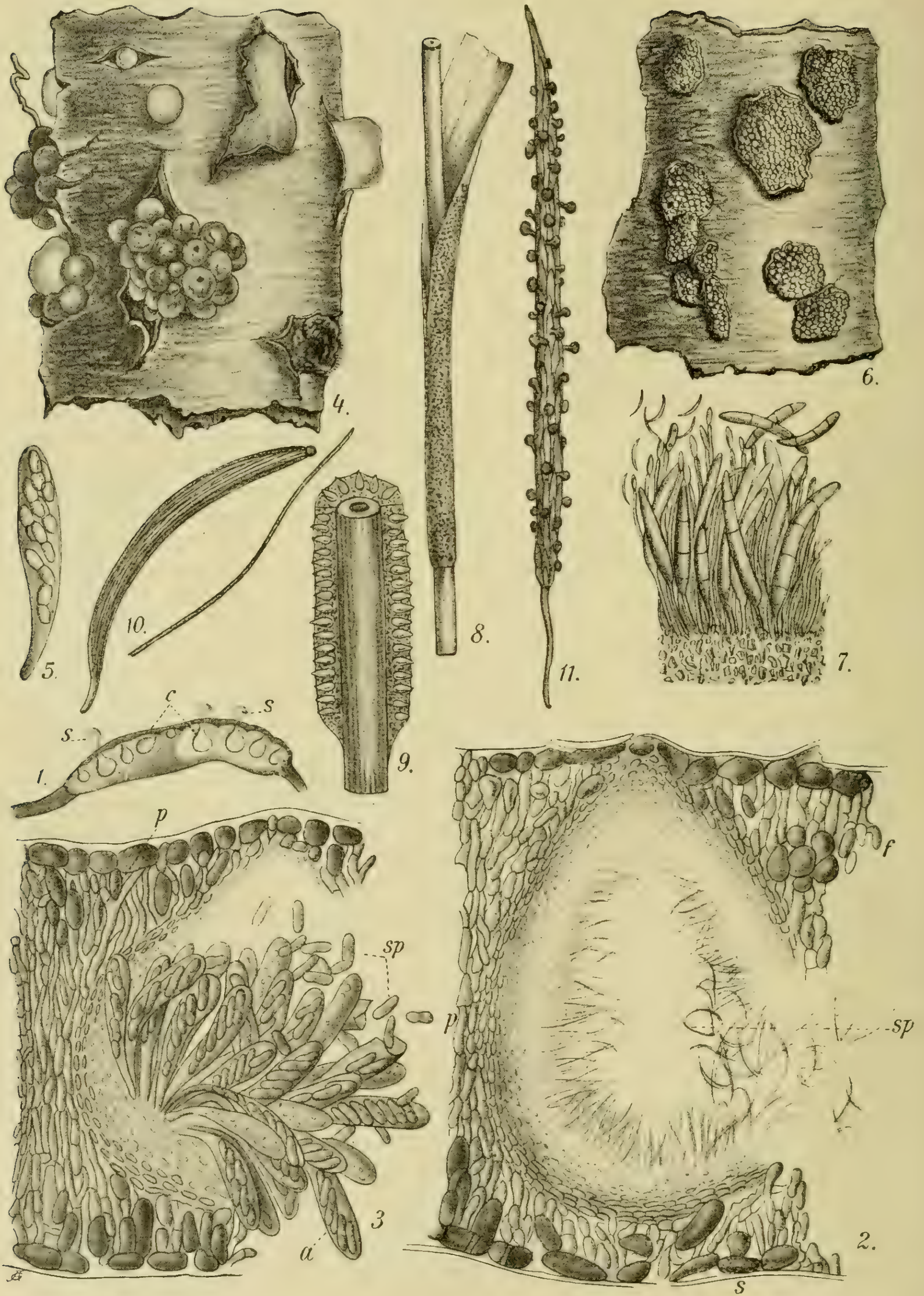


Fig. 30. Typen von Hypocreaceen.

1—3 Polystigma rubrum (Pers.) DC. *1* Querschnitt durch ein Stroma, *c* Pykniden, *s* ausgestofsene Pyknosporien. Schwach vergr. *2* Schnitt durch eine Pyknide, *p* Pilzplectenchym, *sp* Konidien, *f* Mycel, *s* Blattgewebezellen. Stark vergr. *3* Schnitt durch ein Perithecium, *a* Schläuche, *sp* Sporen. Stark vergr. *4—5 Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. *4* Konidienstromata und Perithecien. 10:1. *5* Schlauch. 350:1. *6—7 N. ditissima* Tul. *6* Perithecienstromata. 3:1. *7* Konidienlager im Längsschnitt. 380:1. *8—10 Epichloë typhina* (Pers.) Tul. *8* Habitusbild. Nat. Gr. *9* Stroma im Längsschnitt. Vergr. *10* Schlauch und Spore. 200:1. *11 Balansia claviceps* Speg. Habitus des Stromas. Nat. Gr. (*1—4, 6, 7* nach Tulasne, *5, 10* nach Brefeld, *8, 11* nach Lindau, *9* nach Winter.)

Sporen keimen nur auf dem durch irgendwelche Gründe blofsgelegten Holzkörper aus und bilden ein ausgebreitetes Mycel, dessen Fäden durch zufällig vorhandene Öffnungen in die Gefäfse und Holzzellen eindringen. Von da aus verbreitet es sich auch in die stärkeführenden Zellen, die völlig ausgesaugt werden. Durch die Zerstörung der Stärke entsteht eine grünlichbraune Zersetzungsflüssigkeit, die das umgebende Holz durchtränkt und dadurch der Holzfläche ein streifiges Aussehen verleiht. Diese Färbung war bereits Mayr aufgefallen. Durch die Markstrahlen dringt das Mycel wieder nach aufsen und bildet unter der Rinde die Tubercularia-Polster, die an den Lenticellen oder zufälligen Rindenrissen bervorbrechen. Der vom Mycel frei bleibende Rindenteil bleibt noch eine Zeitlang frisch und kann sogar noch die Knospen bis zu einer gewissen Gröfse hervorwachsen lassen; zuletzt aber stirbt der ganze Ast über der infizierten Stelle ab, sobald das erkrankte Holz abzusterben beginnt. Im Gegensatz zu *N. ditissima* bildet die vorliegende Art keine Krebsbeschädigungen in der Rinde. Dies erklärt sich durch das bedeutend schnellere Umsichgreifen des Mycels, wodurch der Pflanze keine Zeit zur Bildung von Überwallungswülsten gegeben wird. Wenn wirklich einmal, wie es Brick bei *Broussonetia papyrifera* beobachtet hat, die Anfänge von krebsartigen Wucherungen sich vorfinden, so sind solche Fälle zu den Ausnahmen zu rechnen. C. Wehmer[1]) hat den Pilz ebenfalls vielfach untersucht und kommt in bezug auf die Auffassung seiner parasitischen Natur zu denselben Anschauungen wie Brick; indessen gelangt er in betreff des Sitzes des Mycels zu anderen Resultaten. Während Brick das Wachstum des Mycels im Holz als das primäre annimmt, hat Wehmer niemals im Holz Mycel nachweisen können, sondern hat nur seine massenhafte Entwicklung in der Rinde beobachtet. Am ergiebigsten zeigte sich die Wucherung des Mycels in der kambialen Region und in der Nähe der gröfseren Lufträume zwischen den Bastbündeln; von da aus erst schreitet es allmählich zu den kollenchymatischen Teilen der Rinde vor. Die Fäden wuchern ausschliefslich intercellular und töten die Zellen schnell ab, in denen zuletzt nur noch ein verfärbtes bräunliches, stark von der Wand zurückgezogenes Plasma sich findet. Mangin[2]) hat dagegen das Mycel im Holz gefunden und beschreibt, wie das Mycel nicht blofs das Holz zerstört, sondern auch abnorme Neubildungen hervorzurufen imstande ist. So werden bei Ulmen zahlreiche Thyllen in den Gefäfsen gebildet, bei Linde, Kastanie und Sykomore Gummithyllen; bei Ailanthus dagegen wird die Thyllenbildung verlangsamt. Auch die Untersuchungen von R. Beck[3]) haben Bricks Resultate voll-

---

[1]) Zum Parasitismus von Nectria cinnabarina Fr. in Zeitschr. f. Pflanzenkr. IV 1894, S. 74, u. V, 1895, S. 268.

[2]) Compt. rend. CXIX, 1894, Nr. 16, 18.

[3]) Beiträge zur Morphologie und Biologie der forstlich wichtigen Nectria-Arten, insbesondere der Nectria cinnabarina (Tode) Fr. in Tharand. forstl. Jahrb. LII. 1903, S. 161.

ständig bestätigt und gezeigt, dafs bei saprophytischem Auftreten das Mycel fast ausschliefslich in der Rinde wuchert. Unter diesen Umständen tritt auch keine Verfärbung des Holzes ein, wie sie bei direkten Infektionen des Holzkörpers sich fast stets vorfindet. Vielleicht lassen sich Wehmer's bestimmte Angaben über das Wachstum des Mycels in der Rinde auf solche Fälle zurückführen. Neben den Tubercularia-Polstern hat Beck auch sichelförmige oder spindelförmige Fusarium-Konidien beobachtet, was aber noch näher zu untersuchen sein dürfte. Es fragt sich nun, wie die Infektion der Zweige erfolgt. Bei frostbeschädigten Zweigen dürfte das Mycel an Rissen der Rinde eindringen und von hier aus auch auf die gesunden Teile der Zweige übergreifen; nur durch einen solchen aktiven Angriff auf lebende Gewebe läfst es sich erklären, dafs bei geringen Frostschäden oft eine starke Verwüstung der Gehölze durch den Pilz erfolgt. In anderen Fällen sind wohl Wunden, die den Holzkörper blofslegen (z. B. beim Verschneiden der Äste oder Abstechen der Wurzeln) oder Verletzungen durch Tiere als Eingangspforten für den Pilz zu betrachten. Wehmer wirft auch die Frage auf, ob nicht die Blattnarben oder Knospennarben die Eingangsstellen sein können; vorläufig wissen wir darüber noch wenig, aber doch genügend, um unsere Bäume vor dem Angriff des Parasiten schützen zu können. Um den Pilz fernzuhalten, müssen die Wunden durch Bestreichen mit Teer oder einer ähnlichen abschliefsenden Flüssigkeit gut verschmiert werden; die erkrankten Äste sind sorgfältig auszuschneiden und zu verbrennen. Ist allerdings der Pilz bis zum Stamm vorgedrungen, so ist in allen Fällen der Baum rettungslos verloren. Da bei der grofsen Seltenheit der Perithecien die Übertragung fast nur durch Konidien stattfindet, so müssen für dieselben bestimmte Verbreitungsmittel existieren. In trockenem Zustande sind die Tubercularienpolster fest und hart, so dafs ein Verstäuben der Sporen durch den Wind ausgeschlossen ist; bei feuchtem Wetter indessen schwellen die Lager auf, und die Sporen sind in einer schleimigen Masse eingebettet. J. Behrens[1]) vermutet nun, dafs Insekten die Überträger der Sporen sind. Er beobachtete nämlich, dafs im Zimmer die Polster von Fliegenarten besucht werden.

Ebenso schädlich, aber in anderer Weise wachsend, ist *N. ditissima* Tul. Die Perithecien dieser Art haben eine blutrote Farbe und zeigen etwa citronenförmige Gestalt; sie stehen meist in grofser Zahl dicht beisammen und durchbrechen an Ästen als breite, flache Lager die Rinde unter Absprengung der deckenden Rindenschichten (Fig. 30, 6). Die Schläuche und Sporen sind nur in der Gröfse etwas von der vorigen Art unterschieden. Bisweilen findet sich vor der Bildung der Perithecien eine Konidienform (*Fusidium candidum* Link), die auf weifslichen ausgebreiteten Lagern spindelförmige, schwach gekrümmte, farblose, mehrzellige Konidien erzeugt (Fig. 30, 7). Der Pilz kommt auf sehr vielen Laubhölzern vor (namentlich Rotbuchen, Eichen, Erlen usw.) und findet sich auch an Obstbäumen, besonders Apfel- und Birnbäumen, wo er den Krebs der Obstbäume erzeugt. Bereits R. Hartig und R. Goethe[2]) hatten die Ansicht ausgesprochen,

[1]) Ein bemerkenswertes Vorkommen von Nectria cinnabarina und die Verbreitungsweise dieses Pilzes in Zeitschr. f. Pflanzenkr. V, 1895, S. 193.

[2]) Landwirtsch. Jahrb. 1880, S. 837, und Rheinische Blätter für Wein-, Obst- und Gartenbau, 1879, S. 87; ferner Über den Krebs der Obstbäume, Berlin 1904.

dafs der Krebs von der Nectria erzeugt werde; namentlich hatte ersterer Forscher aus seinen zahlreichen Beobachtungen über das Auftreten des Pilzes an Krebsstellen diese Ansicht gewonnen. Die Infektion findet nach ihm meist an Hagelwunden statt oder in Astgabeln, die eingerissen sind; jedenfalls also stellt auch diese Art einen typischen Wundparasiten dar. SORAUER[1]) sieht den Pilz ebenfalls für einen Wundparasiten an, macht aber darauf aufmerksam, dafs er vielfach auch zu finden sei, ohne dafs Krebsgeschwülste durch ihn hervorgerufen werden. Anderseits beobachte man auch Krebsknoten („geschlossener Krebs"), bei denen die Nectria ditissima sich im lebenden Gewebe nicht habe auffinden lassen. Deshalb ist SORAUER der Meinung, dafs zur Entstehung einer durch ihren anatomischen Bau (sich fächernde Jahresringe) charakterisierten Krebsgeschwulst zwei Faktoren notwendig wären, nämlich die Wunderzeugung und Wundreizung und zweitens die individuelle Eigenschaft des Baumes, auf Verwundungen durch Wucherung der Überwallungsränder zu antworten. Daher sprechen die praktischen Obstzüchter von „krebssüchtigen Obstsorten". Was nun die Wunderzeugung anbetrifft, so hat sich SORAUER durch Versuche überzeugt, dafs man durch künstliche Einschnitte und Impfung der Nectria offene Krebswunden erzeugen könne. Er frägt aber dabei, wodurch in der freien Natur solche Wunden, welche zur Einwanderung des Pilzes notwendig sind, zustande kommen? Und in dieser Beziehung kommt er nach seinen Beobachtungen zu dem Resultat, dafs in der Mehrzahl der Fälle es Frostwunden sind. Daraus erklärt sich, dafs die Krebswunden in solchen Lagen besonders häufig sind, die als „Frostlagen" bezeichet werden. „Alle Mittel also, welche die Bäume frostwiderstandsfähiger machen, und die Auswahl frostharter Sorten werden auch gegen die Ausbreitung des Krebses sich wirksam erweisen"[2]).

Bevor wir die Ansichten der anderen Autoren vorführen, empfiehlt es sich, das Wachstum des Nectria-Mycels zu skizzieren. Das Mycel der Nectria wuchert in der Rinde, wo es anfangs einzellige kleine Konidien, dann aber die gröfseren Polster der Fusidium-Konidien erzeugt. Das Rindengewebe wird durch die Hyphen zum Absterben gebracht und sinkt ein. Das Mycel scheint sich nun nicht gleichmäfsig weiterzuverbreiten, sondern ruckweise, indem es periodenweise sein Fortwachsen sistiert. Dadurch würden dann gezonte Absterbestellen entstehen können. Ob nun das Aufhören des Wachstums mit der Ausbildung der Perithecien zusammenfällt und das Weiterwachsen nach der Ausreifung derselben erfolgt, darüber ist bis jetzt nichts Sicheres bekannt. Jedenfalls aber gewinnt der Baum durch dieses periodenweise Wachstum die Möglichkeit, die Wunde durch Überwallungsränder schliefsen zu wollen. Diese Ränder werden, wie mehrfach angenommen wird, dann wieder durch das Mycel zerstört, wodurch dann schliefslich eine tiefe, bis zum Holz gehende Wunde entsteht, die am Rande zerstörte Überwallungsränder zeigt und sich langsam vergröfsert (Fig. 31, *1*). In den Rissen der Rinde finden sich die roten Perithecien vor. Es fragt sich nun, wie der Pilz in den Baum eindringt. Nach allen bisher angestellten Versuchen vermag der Pilz nicht in die unverwundete Rinde einzudringen, sondern er bedarf dazu Verletzungen, ist also, wie

[1]) Handbuch, 2. Aufl., II, 406.

[2]) Deutsche Landw.-Gesellsch., 5. Lehrgang, zu Eisenach, 1904, S. 147.

schon Hartig annahm, ein echter Wundparasit. So übertrug R. Aderhold[1]) die Konidien in drei bis fünf Millimeter lange Schnitte, die durch ein Skalpell in der Rinde von Apfel-, Pflaumen-, Birnen- und Kirschbäumen angebracht worden waren und erzielte dadurch nekrotische Herde mit Überwallungsrändern. Descours-Desacres[2]) beobachtete, dafs die Nectria zu den von der Blutlaus verursachten Verletzungen eindringt und dann den Krebs hervorbringt; aufserdem stellte er fest, dafs die Blutlaus auch aktiv von einem Baum zum anderen den Krankheitskeim zu verschleppen vermag. Hauptsächlich scheinen Frostschäden die Eingangspforte für das Mycel zu bilden, obwohl auch hier Fälle vorkommen, in denen der Pilz fehlt und doch der Krebs weiterfrifst (vergl. in Band I im Abschnitt über Frostschäden). Wenn man

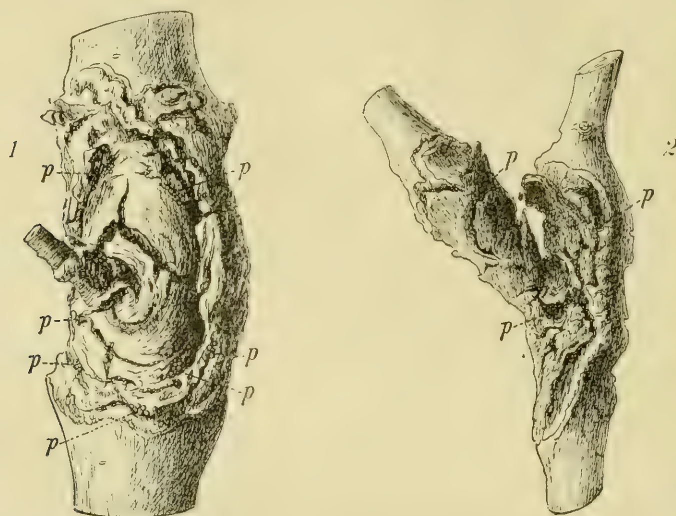


Fig. 31. Krebs, durch *Nectria ditissima* Tul. erzeugt.
1 Offene Krebswunde. *2* Astwinkelkrebs. Bei *p* Perithecien. ⅔ nat. Gr. (Nach Goethe.)

den Pilz im Walde findet, so zeigt sich häufig an den Buchenästen kein krebsiger Zerfall der Rinde, sondern die Perithecienrasen durchbrechen die normal aussehende Rinde. Man sieht also daraus, dafs unter Umständen die Krebsbildung unterbleiben kann, wenn die Überwallungen ausbleiben. Aus alledem geht wohl mit Sicherheit hervor, dafs die Nectria Krebs erzeugt, dafs aber der Krebs auch andere Ursachen haben kann. Aderhold unterscheidet deshalb den Nectriakrebs als „echten Krebs“ von dem, der auf andere Ursachen zurückzuführen ist. J. Brzezinski[3]) führt den Baumkrebs auf Grund seiner negativen Impfversuche nicht auf die Einwirkung der Nectria zurück, sondern macht Bakterien dafür verantwortlich. Da diese Resultate

[1]) Impfversuche mit Nectria ditissima in Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt., X, 1903, S. 763.

[2]) Observations relatives à la propagation dans les pommeraies du Nectria ditissima in Compt. rend. CXXXII, 1901, S. 438.

[3]) Le chancre des arbres, ses causes et ses symptômes in Bull. de l'Ac. des Sc. de Cracovie 1903, S. 95.

bisher von keiner Seite eine Bestätigung, durch die ADERHOLD'schen Versuche vielmehr eine scharfe Widerlegung gefunden haben, so erübrigt es sich, hier näher darauf einzugehen.

Zur Bekämpfung hat man zu berücksichtigen, dafs gewisse Sorten von Obstbäumen leicht zu Krebsschäden neigen, „krebssüchtig" sind, wie der Züchter sagt. Obwohl nun damit durchaus nicht gesagt ist, dafs diese Sorten besonders empfänglich für die Nectria sind, es vielmehr wahrscheinlich ist, dafs sie nur eine gröfsere Empfindlichkeit für Frostschäden und andere Verletzungen besitzen, dürfte eine Auswahl der für eine bestimmte Lokalität möglichst harten Sorten sich in erster Linie empfehlen. Vielfach kann man auch durch Drainage bei schweren feuchten Böden die Widerstandsfähigkeit der Bäume erhöhen. Ferner sind beim Beschneiden alle Wunden sofort sorgfältig mit Teer oder einer ähnlichen Flüssigkeit zu überstreichen, und ferner mufs dafür Sorge getragen werden, dafs die Blutlaus und andere Insekten, welche Verletzungen verursachen, ausgerottet werden. Die schon bestehenden Krebsherde sind im Winter möglichst weit auszuschneiden, mit Teer (empfohlen finden wir auch Nikotin, Tannin oder Gerbsäure) zu bestreichen und dann mit einem Verband zu umgeben.

Die dritte als Wundparasit wichtige Art ist *N. Cucurbitula* Fr. Nach R. HARTIG[1]) ist sie die Ursache des teilweisen oder gänzlichen Absterbens der Fichten, seltener der Tannen und Kiefern. Namentlich sind es die Frafsstellen der *Grapholitha pactolana*, seltener Hagelschlagstellen, durch welche der Pilz eindringt. Keimfähige Sporen mittels Skalpells in die Bast- und Cambiumzone einer Fichte oder auf die Spitze eines Zweiges, dem die Endknospe weggeschnitten, gebracht, rufen (nach HARTIG) mit Sicherheit ein Absterben hervor. Geschieht die Impfung im Herbst, so tritt schon im Frühjahr ein Absterben bis auf 10 cm Ausdehnung von der Wundstelle rückwärts ein. Die Mycelfäden wachsen besonders schnell in den Siebröhren des Leptoms oder den benachbarten Intercellularräumen weiter. Trotz der Leichtigkeit der Infektion hat die Ausbreitung des Pilzes doch ihre Grenzen, da dieselbe in der Regel aufhört, wenn das Cambium in erneute Tätigkeit tritt. Das tote Gewebe wird vom lebendigen durch eine Korkschicht abgeschlossen, welche in der Regel das Weiterwachsen des Parasiten im nächsten Jahre verhindert. Das Harz scheint dem Pilze keine Grenze zu setzen, da HARTIG beobachtete, dafs an einem geköpften, kräftigen Gipfeltriebe das Mycel nicht nur im Zweige abwärts wächst, sondern auch in den an der Wundfläche ausgetretenen Terpentintropfen sich ausbreitet und selbst im Innern des Terpentins reichliche Konidien bildet. Die Konidien, deren Träger auf etwa stecknadelkopfgrofsen Polstern sich erheben, sind teils lang, etwas spindelförmig und gekrümmt oder, namentlich an den besonders langen, verästelten Trägern, klein und fast kugelig. Die Ausbreitung der Krankheit zeigte sich aber wesentlich abnehmend mit dem Verschwinden des Wicklers nach Frostjahren. Fichten, welche nur von der Motte, nicht aber vom Pilz befallen werden, gehen fast niemals zugrunde, sondern erholen sich nach einigen Jahren. Bei freiem Stande und einseitigem Befallen der Stämme durch den Pilz erholt sich die Fichte ebenfalls. Es findet ein Weiterschreiten des

[1]) Lehrbuch der Baumkrankheiten, 1882, S. 105; Forstwissensch. Centralbl. 1879, S. 471.

Parasiten nicht statt. Als Gegenmittel wird der Aushieb der getöteten Fichtengipfel und das Verbrennen des Materials empfohlen.

Auf vielen Laub- und Nadelhölzern kommen noch andere Arten von Nectria vor, deren Schädlichkeit aber nicht besonders grofs ist. So findet sich *N. Rousseliana* Tul. auf *Buxus sempervirens*; die Blätter welken und trocknen, und auf ihrer Unterseite brechen fleischrote Polster hervor, die einzellige, spindelförmige Konidien tragen (*Chaetostroma Buxi* Corda). Die Perithecien sind grünlich und mit einzelnen Haaren besetzt. *N. Pandani* Tul. ist den Pandanusarten in Gärten schädlich, wie J. SCHROETER[1]) nachwies; von anderen wird indessen die Schädlichkeit bestritten. Auf den Blattbulben an Gewächshausorchideen tritt *N. bulbicola* P. Henn.[2]) schädigend auf. Durch das Mycel werden die Bulben zur Fäulnis gebracht; darauf erscheinen kleine polsterförmige Konidienräschen und zuletzt die sehr kleinen, gelblichen Perithecien.

Bei Bataten und *Solanum Melongena* tritt als Ursache der Stengelfäule die *N. Ipomoeae* Halst. auf; der Stengelgrund bedeckt sich zuerst mit weifsem Schimmel, dem Fusariumstadium; darauf erscheinen die dichten Gruppen der fleischroten Perithecien. Auf Kakao[3]) tritt auf Ceylon eine Nectria auf, die an der Stengelrinde dunkle rote Flecken hervorbringt, in denen das Mycel sitzt. Als Konidienstadium findet sich auf weifsen Pusteln ein Fusarium; an abgestorbenem Holz stehen die roten Perithecien. Übertragungen gelangen zwar, aber der Erfolg hängt davon ab, ob die Rinde gesund und unverletzt ist oder nicht. Auch auf die Früchte läfst sich der Pilz übertragen. Bei vielen anderen Arten, die hier nicht aufgeführt werden können, finden sich die Perithecien stets an toten Pflanzenteilen; es erscheint aber nicht ausgeschlossen, dafs das Mycel die Pflanzenteile bereits bei Lebzeiten befällt und seine Konidien erzeugt. Erwähnt mag noch werden, dafs es eine ganze Anzahl von Arten gibt, welche auf anderen Pilzen und auf Flechten schmarotzen, so z. B. *N. episphaeria* (Tode) Fr. auf stromatischen Pyrenomyceten und *N. lichenicola* (Ces.) Sacc. auf *Peltigera canina*.

Die Gattung *Calonectria* de Not. unterscheidet sich von Nectria durch die Sporen, die drei- oder mehrzellig sind. Schädigend wirkt *C. pyrochroa* (Desm.) Sacc. an Platanenblättern. An den jungen Blättern erscheint der Konidienpilz *Fusarium Platani* Mont. und tötet sie schnell ab; an den auf dem Boden modernden Resten bilden sich dann die Perithecien aus, die im Frühjahr reifen und von neuem die Infektion durch die Schlauchsporen bewirken.

Durch die fadenförmigen, mit vielen Querwänden versehenen Sporen unterscheidet sich *Ophionectria* Sacc. von Nectria. Von den Arten dieser Gattung wäre *O. coccicola* Ell. et Vogl. zu erwähnen. Sie kommt auf Schildläusen in Florida und Brasilien vor. F. NOACK[4]) beobachtete, dafs an Orangenzweigen dieser Pilz von den Schildläusen auf die Zweige übergeht und in ihnen, indem er ins Innere eindringt, eine Gummosis verursacht.

---

[1]) Über die Stammfäule der Pandaneen in Cohn's Beitr. I.

[2]) Über einen schädlichen Orchideenpilz in Notizbl. d. K. Bot. Gart. u. Mus. zu Berlin, 1901, Nr. 25.

[3]) J. B. CARRUTHERS, Cacao Canker in Ceylon in Circ. Roy. Bot. Gard., Ceylon, 1. Ser., Nr. 23, 1902.

[4]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. X, 1900, S. 327.

Zu den echten Parasiten gehören Vertreter der Gattung *Polystigma* DC. Die bekannteste Art, die auf den Blättern von *Prunus domestica*, *spinosa* und *insititia* vorkommt, ist *P. rubrum* (Pers.) DC. Die von dem Pilze befallenen Blätter zeigen glänzend rotgelbe oder feuerrote Flecken von kreisrunder oder elliptischer Gestalt (Fig. 30, *1*). Auf der wachsglänzenden Unterseite des Fleckens entstehen bald noch intensiver gefärbte Punkte, welche sich als die Mündungen der in das Gewebe des Pilzes und des Blattes eingesenkten Pykniden zu erkennen geben, wie der Querschnitt eines gelben Fleckens (Fig. 30, *1*) zeigt. Diese Pykniden sind kugelig, haben etwa einen Durchmesser von 0,1 mm und dicke rote Wandungen innerhalb des Pilzgewebes (Fig. 30, *2*), welches ebenfalls verwaschen rot gefärbt ist. Ihre Mündung ist eine kaum bemerkbare Papille, durch welche die farblosen Sporen austreten (Fig. 30, *2 sp*). Diese sind sehr klein, 0,03 mm lang, oberwärts verdünnt und hakenförmig gekrümmt; sie stehen am Ende eines einfachen, geraden, linearischen Sterigmas und sind bei der Reife in einen rosenroten oder feuerroten Schleim gehüllt, der bei Wasserzutritt wolkig herausquillt (Fig. 30, *1 s*). Diese Entwicklungsphase des Parasiten bleibt während der ganzen Vegetationszeit des Pflaumenblattes für das blofse Auge dieselbe; erst nachdem es abgefallen und, auf dem Boden liegend, braun und mifsfarbig geworden, beginnt der Pilz nach einer Ruhepause während der kältesten Zeit seine weitere Entwicklung. Aus dem gebräunten Stroma verschwinden nämlich bis zum Frühjahr die Pykniden, und an ihrer Stelle entstehen andere, stets einfächerige Behälter, in deren Innern sich jetzt Schläuche (Fig. 30, *3*) mit Sporen ausbilden. Die keulenförmigen, nach der Basis hin verdünnten Schläuche enthalten acht ellipsoidische bis eirunde Sporen von 10 bis 13 μ Länge und 6 μ Dicke; sie sind blafs, glatt, einfächerig und keimen mit Leichtigkeit.

Die Anlage der jungen Perithecien erfolgt, wie C. Fisch[1]) und B. Frank[2]) nachgewiesen haben, bereits in dem pyknidentragenden Stroma während des Sommers. Im Stroma treten nämlich zahlreiche, unterhalb der Spaltöffnungen rot gefärbte, rundliche Ballen im paraplectenchymatischen Gewebe auf, in denen sich eine dickere, schraubig gewundene, bis dreifsigzellige Hyphe differenziert, deren Ende weit über die Stromaoberfläche auf der Blattunterseite hinausreicht. Nach Analogie der Collemaceen hat man hierin ein Ascogon mit Trichogyn erblickt, und Frank will sogar eine engere Verbindung einer Pyknidenspore mit dem Trichogynende gesehen haben. Wenn man auch diesen Angaben vorläufig skeptisch gegenüberstehen mufs, so ist doch kein Zweifel darüber vorhanden, dafs von den Zellen des Ascogons die Schläuche ausgehen.

Die Schlauchsporen keimen im Wasser oder auf feuchter Unterlage leicht aus und bilden einen kurzen Keimschlauch, dessen Spitze stets zu einer länglichen Anschwellung von der ungefähren Gröfse der Spore wird. Die Anschwellung nimmt den ganzen Inhalt der Spore auf, trennt sich durch eine Querwand ab und bräunt sich; sie liegt stets mit abgeplatteter Fläche der Unterlage auf, und falls diese Unterlage

---

[1]) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger Ascomyceten in Bot. Zeit. 1882, Nr. 19.

[2]) Über einige neue oder weniger bekannte Pflanzenkrankheiten II in Berichte d. Deutsch. Bot. Ges., I, 1883, S. 58.

ein Pflaumenblatt ist, treibt sie einen schlauchartigen Fortsatz durch die Aufsenwand der Epidermiszelle. Wir dürfen mit FRANK in dieser Anschwellung ein Haftorgan erblicken. Das daraus hervorgehende Mycel war bei den FRANK'schen Impfversuchen nach ungefähr fünf bis sechs Wochen zu einem normalen Stroma im Pflaumenblatt herangewachsen, in dem sich bereits Pykniden bildeten.

Wenn es nach diesem geschilderten Entwicklungsgang auch keinem Zweifel mehr unterliegt, dafs die unter dem Baume faulenden Blätter ganz allein als Infektionsherde in Betracht kommen, so ist doch aber nicht zu leugnen, dafs die Infektion durchaus nicht in jedem Jahre in gleicher Stärke erfolgt. Das mag wohl hauptsächlich mit der Witterung im Frühjahr zusammenhängen, welche für das Ausreifen der Ascosporen mafsgebend ist. Der Schaden, den der Pilz anrichtet, ist nicht allzu grofs; doch kann er namentlich bei jungen Bäumen die Laubentwicklung empfindlich beeinträchtigen. Als Bekämpfungsmittel käme nur die Vernichtung der abgefallenen infizierten Blätter in Betracht, die man entweder zusammenharken und verbrennen kann oder aber bequemer umgräbt und dadurch unschädlich macht. Dieselbe Mafsregel mufs natürlich auch bei den in der Nähe befindlichen Schlehensträuchern angewandt werden. Die sehr häufige Krankheitserscheinung ist in weiteren Kreisen unter dem Namen „Rote Fleischflecken der Pflaumenblätter“ bekannt.

Eine zweite Art der Gattung, *P. ochraceum* (Wahlenb.) Sacc., kommt auf *Prunus Padus* vor.

Durch oberflächliches Stroma verschieden ist die Gattung *Hypocrea* Fries, von der einige Vertreter auf Pilzen vorkommen. Ausgezeichnet durch zum Teil riesig grofse, knollenförmige Stromata ist eine Reihe von Gattungen, die an Bambuseen vorkommen und als knollenförmige Gebilde dem Stengel ansitzen oder ihn umgeben. Wie weit sie parasitisch wachsen, mufs noch näher untersucht werden. Dahin gehören die von A. MÖLLER[1]) genauer studierten Gattungen *Mycocitrus*, *Peloronectria*, *Mycomalus*, *Ascopolyporus* aus Brasilien, *Konradia* Racib. aus Java und *Shiraia* P. Henn. aus Japan.

Wir kommen nun zu einer Gruppe von Gattungen, die sich alle durch sehr lange, fadenförmige Schlauchsporen auszeichnen und ein Stroma besitzen, das teilweise merkwürdige Differenzierungen erlitten hat. Den einfachsten Bau zeigt *Hypocrella* Sacc., das rundliche oder höckerförmige, bisweilen zu gröfseren Lagern zusammenfliefsende Stromata zeigt, die bei uns auf totem Holz oder auf Pilzen, in den Tropen aber sehr häufig auf Blättern vorkommen. Bei einigen tropischen Arten, deren Schädlichkeit für die Blätter übrigens noch nicht erwiesen ist, bilden sich an der Basis des Stromas vor Ausbildung der Perithecien auf einem ringförmigen Lager Konidien, die zur Gattung *Aschersonia* Mont. gerechnet werden. Diese Konidienformen findet man in den Tropen häufig auf Schildläusen, die dadurch getötet werden.

Wichtiger ist *Epichloë* Fries mit der als Erstickungsschimmel der Gräser bekannten Art *E. typhina* (Pers.) Tul. Der Pilz wächst auf sehr vielen wertvollen Wiesengräsern und schädigt ihre Blütenentwicklung. Obwohl er meist nur sporadisch vorkommt, hat man doch schon Epidemien beobachtet, z. B. an *Phleum pratense*,

---

[1]) Phycomyceten und Ascomyceten. Jena 1901.

dem Timotheegras. J. KÜHN[1]) hat einen solchen Fall beschrieben, bei dem ein Dritteil der Pflanzen eines grofsen Kleeschlages ernstlich litt. Die Erkrankung zeigt sich zunächst in Form eines grauweifslichen, später gelben, schimmeligen, festen Überzuges, der die Blattscheide und bisweilen die Unterseite der oberen Blätter junger, nicht blühender Triebe überzieht. Dieser Überzug oder Stroma entsteht durch das dichtverflochtene Mycel, dessen zahlreiche, aufrechte, äufserst kleine, borstenförmige Äste eiförmige, 5 μ lange Konidien erzeugen. Nachdem die Konidienbildung eine längere Zeit angedauert, bilden sich auf dem Stroma (Fig. 30, *8*, *9*) zuerst vereinzelt, später in zusammenhängender Schicht vereinigt, die kleinen, kugelig-eirunden, fleischigen, goldgelben Perithecien aus, welche an ihrem Scheitel die ungefärbten, linearischen Schlauchsporen austreten lassen. Diese meist geraden, bisweilen gekrümmten Sporen liegen zu acht in jedem der lanzettlich-linearischen, dünnwandigen, mit verdicktem Stiele versehenen Schläuche, welche alsbald vergehen und die wasserhellen Sporen in Freiheit setzen. Dafs spätgebildete Perithecien ohne Schaden den Winter überstehen, ist mit Sicherheit anzunehmen, und dafs dadurch die Krankheit von einem Jahre auf das andere übertragen wird, somit erklärlich, selbst wenn die Vermutung sich nicht bestätigen sollte, dafs das Mycel an dem im Boden bleibenden Teile mehrjähriger Gräser den Winter überdauert. Die Konidien übernehmen, wie überall, die sofortige Fortpflanzung im Sommer. Bei epidemischem Auftreten empfiehlt es sich, das Feld sofort abzumähen.

Erwähnt mag auch die Gattung *Cordyceps* Fries werden, obwohl sich unter den zahlreichen Arten nur wenige Pflanzenparasiten finden. Die meisten leben auf Insekten oder ihren Larven und entwickeln an den Schlauchfrüchten meist Konidien, die unter dem Typus *Isaria* bekannt sind. Das sind gestielte, keulige, meist lebhaft gefärbte Träger, an deren oberem keuligem oder kugligem Teil die Konidien gebildet werden. Als Zerstörer von schädlichen Larven (z. B. Engerlingen, Raupen) unterstützen sie den Menschen im Kampf gegen das Ungeziefer. Auf den unterirdisch wachsenden *Elaphomyces*-Arten kommen *C. ophioglossoides* (Ehrk.) Link und *C. capitata* (Holmsk.) Link nicht selten vor.

Die letzten drei Gattungen, die uns noch beschäftigen sollen, zeichnen sich ebenfalls durch ein Stroma aus, in dem die Perithecien entstehen; dieses Stroma aber bildet sich erst aus einem eingeschobenen Ruhezustand, einem Sclerotium. Die Gattung *Balansia* Speg. befällt die Blütenähren von Gramineen und verwandelt sie in ein sclerotienartiges, hartes, schwarzes Gewebe, das zwar die Blütenteile völlig durchwuchert, aber ihre Form vollkommen konserviert. Aus dieser schwarzen Spindel (Fig. 30, *11*) wachsen kleine dicke Stielchen hervor, die an ihrer Spitze eine schwarze Kugel tragen, in denen, wie das bei Claviceps beschrieben werden wird, die Perithecien entstehen. Man kann über den eigentlichen Charakter des schwarzen Pilzkörpers im Zweifel sein, nämlich ob man das die Blütenspindel durchziehende Pilzgewebe in seiner Gesamtheit zum Stroma rechnen oder als Sclerotium auffassen soll. Es dürfte wohl am einfachsten sein, das schwarze Gewebe als Sclerotium aufzufassen, aus dem dann ohne jede Ruhepause die kleinen Stielchen und Köpfchen des Stromas hervorwachsen würden. Gestützt

[1]) Zeitschr. d. Landwirtsch. Centralver. d. Prov. Sachsen, 1870, Nr. 12.

wird diese Auffassung noch dadurch, dafs für eine Art *(B. trinitensis)* nachgewiesen ist, dafs zuerst auf dem schwarzen Pilzkörper scheibig geöffnete Pykniden *(Ephelis trinitensis* Cke. et Mass.) auftreten, die dann von den Stromastielen durchwachsen werden. Für die übrigen Arten sind allerdings Konidienformen bisher nicht beobachtet worden; doch verhalten sie sich wahrscheinlich ähnlich. Die bekannteste Art, welche in den Tropen sehr weit verbreitet ist, befällt die Ähren von *Setaria*, *Pennisetum* und anderen Gräsern und wurde von Spegazzini *B. claviceps* genannt (Fig. 30, *11*).

Bei *Claviceps* Tul. und *Ustilaginoidea* Bref. tritt der Gegensatz zwischen dem Sclerotium und Stroma dadurch schärfer hervor, dafs jenes eine Ruhepause durchmacht und dann erst die Stromata erzeugt. Am bekanntesten von allen hierher gehörigen Formen ist das Mutterkorn, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., ein Pilz, der nicht blofs als Krankheitserreger bei Pflanze und Mensch sowie als starke Giftpflanze, sondern ebenso auch für die Erforschung der Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten seine hohe Bedeutung besitzt.

Der Mutterkornpilz befällt die Fruchtknoten der jungen Blüten in der nachher zu beschreibenden Weise. Äufserlich zeigt sich der Fruchtknoten einer jungen Roggenblüte, die später an Stelle der Frucht ein Mutterkorn (Fig. 32, *1 sc*) liefert, oft auch dann noch einem gesunden Organe vollkommen gleich, wenn im Innern desselben bereits alles zerstört und durch ein feines, gelblichweifses Pilzgeflecht ausgefüllt ist. Wird ein solcher Fruchtknoten vorsichtig geöffnet, so erscheint die Pilzmasse auf ihrer Oberfläche mehr oder weniger regelmäfsig durch gewundene Furchen in Abteilungen zerlegt (Fig. 32, *2 sph*). Dieselben gewundenen, die Pilzmasse teilenden Hohlräume finden sich auch im Innern des Mycelgeflechtes, von dem aus sich auf feinen Stielchen (Fig. 32, *2 st*) unzählige, eiförmige, mit einem oder zwei glänzenden Öltropfen versehene Sporen ablösen (Fig. 32, *2 c*); diese werden durch eine schleimige Flüssigkeit zu einer zusammenhängenden, trüben, zähen Masse miteinander verbunden. Von dem normalen Inhalte des Fruchtknotens, der Samenknospe, sind nur noch Spuren in Form kleiner Fetzen von Zellgewebe, das hier und da Stärkekörnchen enthält, vorhanden. Allmählich werden auch die Wände des Fruchtknotens von dem Pilze, der in diesem Zustande vollkommen einem Hyphomyceten gleicht und als solcher von Léveillé den Namen *Sphacelia segetum* erhalten hat, durchbrochen. Mit dem Hervorwuchern des Pilzes, der alsbald die ganze Fruchtknotenhülle überspinnt, zeigt sich auch die schleimige, fade-süfslich schmeckende Flüssigkeit, welche vielleicht ein Ausscheidungsprodukt der Pilzfäden ist, in Tropfen an der Basis der Blüte. Hier durchtränkt sie bei zunehmender Üppigkeit der Pilzvegetation und einer demgemäfs reichlicher auftretenden Menge die Spelzen des Roggenblütchens an ihrer Basis und quillt endlich sogar aus dem Blütchen heraus. Wir haben jetzt den „Honigtau“ vor uns, von welchem seit langen Jahren die Praxis behauptet, dafs, je reichlicher derselbe in einem Jahre auftritt, auch um so reichlicher im Felde Mutterkorn zu finden ist. Diese Behauptung findet ihre vollständige Bestätigung und Erklärung. In manchen Fällen zeigt sich zunächst die Pilzwucherung mehr äufserlich am Fruchtknoten: dann findet man schon Honigtau, wenn der Fruchtknoten noch ziemlich erhalten erscheint.

Bringt man etwas von diesem Honigtau unter das Mikroskop, so

stellt sich derselbe als ein Schleimtropfen dar, in dem grofse Mengen der Sporen der Sphacelia suspendiert sind. Schon nach 12 Stunden sieht man diese Konidien in feuchter Luft keimen (Fig. 32, *3*) und entweder direkt sich zum Mycelfaden verlängern oder auch erst sekundäre Konidien (Fig. 32, *4 c'*) bilden, die dann in einen Mycelfaden auswachsen. Aus dieser schnellen Auskeimung erklärt sich die plötzliche Ausbreitung der Krankheit, wenn etwas Honigtau in ein gesundes, junges Blütchen übergeführt wird. Diese Infektionen sind häufig künstlich ausgeführt worden; die Natur bedient sich als Übertrager der Sporen gewisser Insekten. R. STÄGER[1]) hat sein Augenmerk bei seinen Untersuchungen auch auf die Insekten gerichtet, welche die honigtauführenden Blüten besuchen, und hat für verschiedene Grasarten eine grofse Zahl von Tieren verschiedener Familien ermittelt. Danach scheinen am meisten als Übertrager *Melanostoma mellina* und *Rhagonycha fulva* in Betracht zu kommen, während die besonderen Nährpflanzen aufserdem noch besondere Besucher zeigen.

Erfolgt die Infektion zu einer Zeit, wo der Fruchtknoten in seiner Entwicklung bereits weiter fortgeschritten ist, so kann es vorkommen, dafs derselbe nur teilweise zerstört wird und der gesund bleibende Teil durch die von unten nach oben sich ausdehnende Pilzmasse in die Höhe gehoben wird, so dafs er nachher am ausgebildeten Mutterkornkörper noch nachweisbar ist. Während diese Sphacelia-Form sich immer mehr ausbreitet und die jüngeren, oberen Teile immer noch reichlich Konidien und Honigtau entwickeln, bilden an der Basis des Blütchens die Hyphen bedeutend dickere Zweige, die sich teilweise abgliedern und in ihrem Innern grofse Öltropfen erzeugen. Diese verdickten, gegliederten Fäden vereinigen sich von unten nach oben zu einem gleichmäfsig dichten, festeren Körper, an dessen Oberfläche die Pilzfäden eine Schicht bilden, deren Inhalt rötlich bis violett gefärbt erscheint. In dieser Weise entsteht der Mutterkornkörper (Fig. 32, *5 sc*), auf dessen Spitze immer noch die Pilzfäden der Sphacelia-Form weiterwuchern (Fig. 32, *5 sph*), um endlich zu vertrocknen und das Mützchen zu bilden, das meist auf der Spitze der Mutterkörner zu finden ist und bisweilen auch noch die eingesponnenen und vertrockneten Staubgefäfse und Narben des ursprünglichen Blütchens enthält (Fig. 32, *1 m*). In den Figuren 32, *5* und *6* sind die aufeinanderfolgenden Phasen der Entwicklung dargestellt, indem *6* einen jungen Fruchtknoten zeigt mit den Furchungen, die durch die Sphacelia-Fruchtform hervorgerufen sind. Fig. 32, *5* zeigt dann den älteren Zustand, an dem an der Basis das Dauermycel *sc* bereits sich ausgebildet hat, während an der Spitze die Bildung der Konidien *sph* noch fortdauert. Einen Querschnitt durch ein Sphacelia-Lager zeigt Fig. 31, *2*. Am Schlusse dieser ersten Phase seiner Entwicklung hat dann der Pilz in jeder Blüte ein hornartiges, dunkelviolettes, fast schwarzes Gebilde hervorgebracht, das man als Mutterkorn bezeichnet. Als man den Zusammenhang mit der Askenform noch nicht erkannt hatte, hielt man die hornartigen Körper für einen besonderen Pilz und bezeichnete ihn als *Sclerotium Clavus* DC. Während die noch an der Pflanze befindlichen Mutterkörner knorpelig sind, werden sie beim Trocknen steinhart. Wir haben in ihnen einen typischen mycelialen Ruhezustand von Claviceps vor uns, den wir mit

[1]) Infektionsversuche mit Gramineen-bewohnenden Claviceps-Arten in Botan. Zeitung 1903, S. 111.

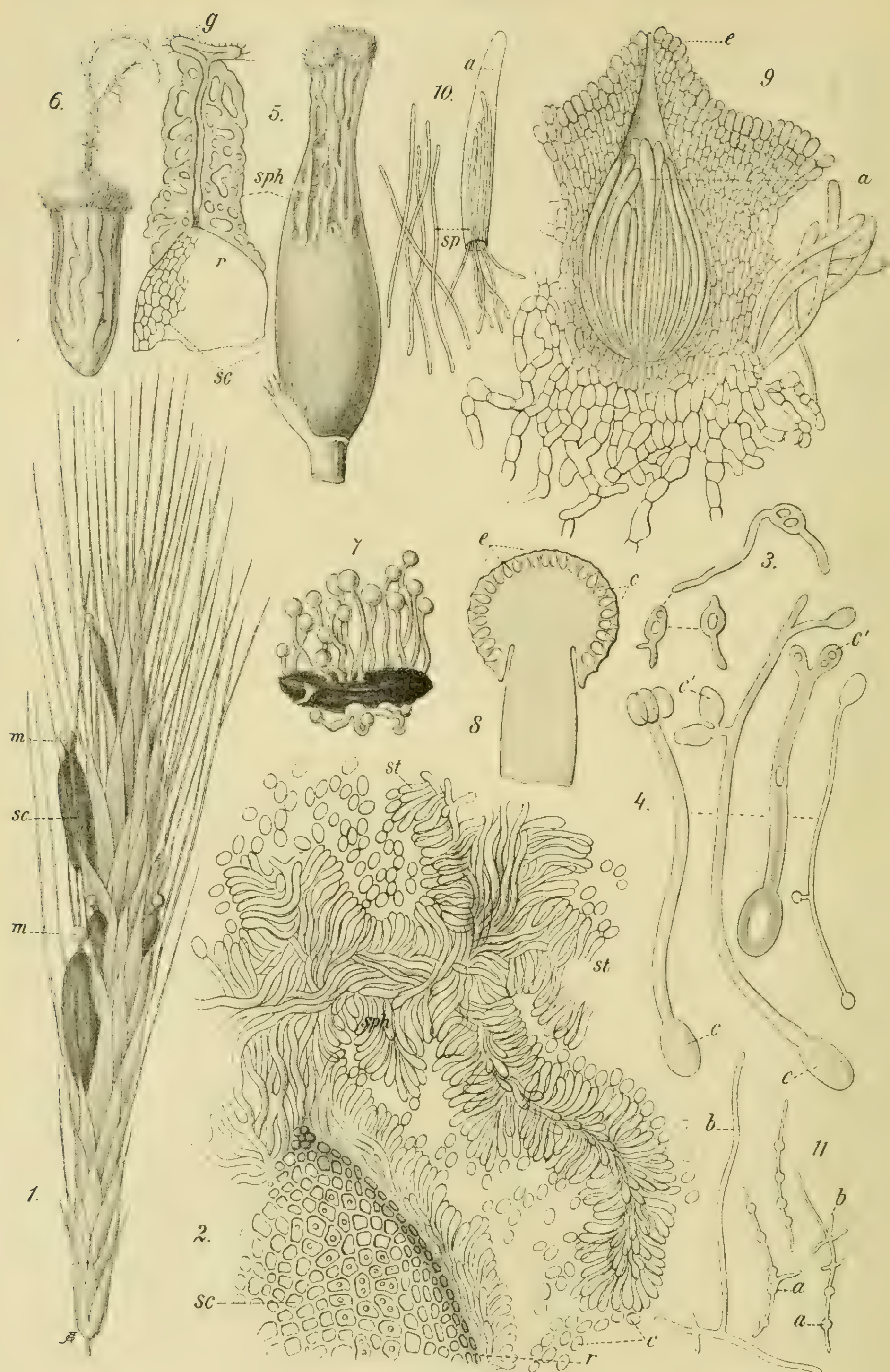


Fig. 32. Mutterkorn.

1 Roggenähre mit Mutterkörnern, *sc* Sclerotium, *m* Rest des jungen Fruchtknotens. *2* Schnitt durch ein junges Sclerotium *sc* mit dem Sphacelialager *sph*, *r* Rinde des Sclerotiums, *st* Sterigmen, *c* Konidien. *3* Keimende Konidien. *4* Keimende Konidien mit Sekundärkonidien. *5* Mutterkorn *sc* mit Sphacelialagern *sph* und dem Rest des Fruchtknotens *g*. Die linke Figur ist der Längsschnitt der rechten; aus Region *r* stammt der Querschnitt von *2*. *6* Junger Roggenfruchtknoten, dessen Oberfläche mit Ausnahme des Gipfels von Sphacelia bedeckt ist. *7* Sclerotium mit Stromata. *8* Längsschnitt durch ein Stroma, *e* Mündungen der Perithecien *c*. *9* Schnitt durch ein Perithecium, *t* Mündung, *a* Schläuche. *10* Schlauch *a*, der an seiner Basalpartie die Sporen *sp* austreten läfst. *11* Keimende Sporen, *a* blasige Anschwellungen, *b* Keimschläuche. (Nach Sorauer.)

dem Namen Sclerotium bezeichnen. Die äufsere Fläche des Sclerotiums ist meist mit Längsfurchen oder Querrissen versehen, namentlich in trockenem Zustande; beim Durchschneiden zeigt sich ein hellerer Kern und eine violette Randschicht. Unter dem Mikroskop erkennen wir am Rande ein kleinzelliges, paraplectenchymatisches Gewebe (Fig. 12, *3a* auf S. 97)); nach dem Innern zu geht diese kleinzellige Struktur in ein mehr lockeres Prosoplectenchym über (Fig. 12, *3b*). Der Inhalt ist mit Öl dicht angefüllt und enthält aufserdem mehrere Alkaloide, auf die wir nachher kommen werden.

Die Zeit, welche bis zur Ausbildung des Sclerotiums erforderlich ist, hängt von der Witterung ab. Bei trockenem Wetter findet man erst etwa 14 Tage nach dem Erscheinen des Honigtaues die schmierig-weiche Sphacelia-Masse zum Mutterkorn umgebildet; bei feuchter Witterung dagegen, die üppige Pilzvegetation und reichliche Bildung des Honigtaues hervorruft, vollzieht sich die Entwicklung schon in knapp einer Woche. Unter nebligen, feuchten Verhältnissen tritt dann häufig eine Erscheinung auf, die man früher für die Bildung des Parasiten verantwortlich machte: die giftigen, stinkenden Nebel. Der reichlich ausgeschiedene Honigtau produziert dann einen eigentümlichen Geruch, der sehr auffällig ist. Wenn die Sclerotien reif sind, so fallen sie von der Ähre ab und gelangen nun in die Erde, wo sie bis zum Eintritt der wärmeren Periode liegen bleiben und dann ihre weitere Entwicklung beginnen.

Die Länge der Ruheperiode hängt ebenfalls von der Witterung ab. Nach den Aussaatversuchen von Tulasne und Kühn dürften etwa drei Monate notwendig sein, um das Sclerotium auszureifen. Die Weiterentwicklung des Mutterkorns gibt sich zuerst durch ein stellenweises Aufbrechen der dunkeln Rinde kund. Aus der aufgebrochenen Stelle erhebt sich ein kugliger, dichter, weifser Körper, der allmählich an Durchmesser zunimmt und dabei auf seiner Oberfläche häufig Tropfen einer klaren Flüssigkeit zeigt. Mit der Zeit heben sich durch die nachwachsenden Stielchen die ursprünglich herausgetretenen Gebilde als kleine Knöpfchen von dem Mutterkornkörper ab, welcher allmählich vollständig ausgesogen wird. Zunächst erstreckt sich diese Aufzehrung des Sclerotiums auf die Umgebung der Stellen, an denen die jetzt gestielten, gelblich bis purpurfarbigen Köpfchen (Fig. 32, *7*) hervorgebrochen sind; später werden auch die weiter entfernten Zellen des Gewebes immer dünnwandiger, verlieren ihren öligen Inhalt und gehen augenscheinlich einer langsamen Zerstörung entgegen. Diese Köpfchen mit ihren Stielen bezeichnet man als Stroma.

Die Köpfchen zeigen auf den sich alsbald violettrot färbenden Stielchen bei ihrer weiteren Ausbildung an der Oberfläche eine grofse Menge winziger erhabener Punkte (Fig. 32, *8e*), welche den Mündungen der eingesenkten Perithecien entsprechen. Die Perithecien (Fig. 32, *8c*, *9*) sind von länglicher Gestalt und besitzen kein eigenes Gehäuse, sondern

die Schläuche und Paraphysen erheben sich unmittelbar vom Grunde des Hohlraumes. Die schlank-keulenförmigen, nach oben etwas verengerten Schläuche (Fig. 32, *9a*, *10a*) enthalten acht fadenförmige, sehr feine, hyaline, einzellige Sporen (Fig. 32, *10 sp*), die angeblich durch Abreifsen des Schlauches an der Basis frei werden und durch Wind und Insekten verschleppt werden. Die frei gewordenen Sporen keimen schon nach kurzer Zeit im Wasser aus. Sie verbreitern sich kurz vorher beträchtlich; in ihrem Innern treten stark lichtbrechende Stellen auf, und die Wandung baucht sich an einzelnen Stellen aus. An den letzteren erfolgt die Keimung (Fig. 32, *11*), so dafs also die Sporen mit mehreren Fäden auszukeimen vermögen. Wenn eine Spore in eine junge Getreideblüte gelangt, so findet mittels der Keimschläuche die Infektion statt, und der geschilderte Kreislauf beginnt von neuem.

Diesen Entwicklungscyklus haben uns die Versuche von Tulasne und Kühn kennen gelehrt, die durch Kultur des Sclerotiums den Zusammenhang des Sphacelia- mit dem Schlauchstadium erwiesen. Bevor man zu dieser Kenntnis kam, hatte man das eigentliche Mutterkorn für einen selbständigen Pilz angesehen, der durch die Degeneration des Fruchtknotens der Blüte entstehen sollte. Es bedurfte der Arbeit vieler Forscher, ehe die irrigen Annahmen, die man von dem Mutterkornpilz machte, ihre Widerlegung fanden [1]).

Die Schädlichkeit des Pilzes für das Getreide (und die von ihm befallenen anderen Gramineen) steht ganz aufser Frage, da ja die Bildung jedes Sclerotiums mit der Vernichtung eines Fruchtknotens verbunden ist. Da es nun unter Umständen vorkommen kann, dafs in einer Ähre zehn und mehr Mutterkörner vorhanden sind, so kann man sich einen ungefähren Begriff von dem Schaden machen, den der Pilz dem Ertrage eines Feldes zufügen kann. Aufser als Parasit des Getreides fügt aber Claviceps auch als Giftpflanze dem Menschen Schaden zu. Wird nämlich das Sclerotium mit dem Korn zu Mehl vermahlen und dieses Mehl dann zu Brot verbacken, so tritt nach längerem Genufs von solchem vergifteten Brot die gefährliche Kriebelkrankheit auf, die früher sogar epidemisch ganze Bezirke befiel. Seitdem man indessen gelernt hat, das Getreide vor dem Vermahlen durch maschinelle Einrichtungen sorgfältig zu reinigen, ereignen sich wohl kaum noch Fälle von solcher Vergiftung. Mehl, das etwa 4 bis 5 % Verunreinigung an Mutterkorn enthält, besitzt einen bläulichen Farbenton; eine Beimischung von nur 2 % läfst sich noch deutlich erkennen, wenn man das Mehl mit Kalilauge erwärmt. Dann tritt der heringslakenähnliche Geruch nach Trimethylamin auf. Diesem Schaden gegenüber steht die Anwendung, die das Mutterkorn oder Präparate aus ihm in der Geburtshilfe finden. Hauptsächlich wirksam sind die Alkaloide Cornutin und Sphacelinsäure, während die Ergotinsäure lediglich als Narkotikum wirkt.

Das Mutterkorn findet sich besonders häufig in nassen Sommern bei tiefliegenden Feldern. In letzterem Falle könnte durch geeignete Drainage oder durch Unterlassung des Anbaues von Getreide ein Vermeiden der Schädigung stattfinden. Am zweckmäfsigsten bekämpft man den Pilz, indem man es verhindert, dafs die Sclerotien in den

---

[1]) Über die Geschichte des Pilzes hat sich P. Sorauer in der zweiten Auflage des Handbuches, Bd. II, S. 412 ff., ausführlich verbreitet. Ich habe es für überflüssig gehalten, auf diese rein historischen Feststellungen hier abermals einzugehen.

Erdboden gelangen. Je schneller die Ernte beendet werden kann, um so eher vermeidet man das Ausfallen der Sclerotien aus den Ähren. Nach dem Ausdreschen ist es dann nicht schwer, das Saatgut durch Werfen oder durch maschinelle Einrichtungen von den Sclerotien zu befreien. Diese selbst müssen vernichtet werden. Da nun der Mutterkornpilz auch wildwachsende Gräser befällt, so sollten die Feldraine abgemäht werden, ehe die Sclerotien aus den Grasähren zum Ausfallen kommen.

Man nahm früher an, dafs *Claviceps purpurea* eine sehr grofse Zahl von Gramineen befallen könnte. Das scheint nun nach den Untersuchungen von R. Stäger (s. oben S. 217) nicht der Fall zu sein. Es zeigte sich aus zahlreichen Infektionsversuchen, dafs die Art in eine Anzahl von biologischen Rassen zerlegt werden mufs, von denen vorläufig die auf Roggen, Taumellolch und *Brachypodium silvaticum* unterschieden werden können. Die Roggenrasse hat aber von ihnen die meisten Nährpflanzen, so dafs sich aus diesen Beobachtungen für die Bekämpfung des Pilzes nur die Mafsregel herleiten läfst, dafs diese wildwachsenden Gräser abgemäht werden müssen.

Auf vielen wilden Gräsern findet sich die etwas kleinere Art *Claviceps microcephala* (Wallr.) Tul., auf *Heleocharis* und *Scirpus: C. nigricans* Tul.

Nahe verwandt durch die Entwicklung zeigt sich die Gattung *Ustilaginoidea. U. Oryzae* (Pat.) Bref. bildet die Fruchtknoten beim Reis zu Sclerotien um, in denen in grofser Zahl kleine schwarzbraune Chlamydosporen entstehen. Man rechnete wegen der Ähnlichkeit dieser Sporen mit Brandsporen den Pilz früher zu *Ustilago* (*U. virens* Cooke). Obwohl nun von dieser Art die Züchtung der Schlauchform noch nicht geglückt ist, konnte für *U. Setariae* Bref. nachgewiesen werden, dafs sich aus den Sclerotien nach einer Ruhepause, wie bei Claviceps, gestielte Köpfchen entwickeln, welche die Perithecien enthalten. Aus jedem Sclerotium entwickelt sich nur ein Stroma. Die beiden Gattungen Claviceps und Ustilaginoidea unterscheiden sich also hauptsächlich durch die Nebenfruchtformen.

Dothideales.

Die Unterordnung umfafst nur die eine Familie der Dothideaceae. Obgleich sich die typischen Vertreter dieser Familie sehr leicht von den übrigen Pyrenomyceten sondern lassen, so gibt es doch viele Formen, welche nur schwer als hierher gehörig charakterisiert werden können. Dadurch gewinnt die ganze Gruppe eine gewisse Unsicherheit in ihren systematischen Charakteren: höchstwahrscheinlich müssen denn auch viele Gattungen von hier entfernt und zu den Sphaeriales gestellt werden; vielleicht auch mufs die ganze Gruppe aufgelöst werden. Diese Fragen können wir um so eher auf sich beruhen lassen, weil nur wenige Vertreter uns als Erreger von Krankheiten bei Nutzpflanzen interessieren.

Die Dothideaceen besitzen ein schwarzes Stroma, das aber typischerweise innen aus weifsem Gewebe besteht. Meistens entwickelt sich das Stroma im Innern der befallenen Pflanzenteile und bricht erst später an die Oberfläche hervor. Im Stroma sind die Perithecien eingesenkt; sie besitzen entweder kein besonders ausgebildetes Gehäuse oder zeigen es nur in rudimentärer Weise ausgebildet. Als Neben-

fruchtformen kennt man bei mehreren Arten flache Konidienlager, bei anderen Gemmen und Hefekonidien.

Von unwichtigeren Gattungen seien die folgenden genannt. *Mazzantia* Mont. zeichnet sich durch hyaline, einzellige Sporen aus; am häufigsten ist *M. Galii* (Fr.) Mont. mit kleinen, schwarzen Stromata an *Galium*-Arten. *Diachora* J. Müll. zeichnet sich, wenn man den Beobachtungen des Autors[1]) trauen darf, dadurch vor allen übrigen Pyrenomyceten aus, dafs die Schläuche nicht am Grunde des Fruchtgehäuses, sondern in einer äquatorialen Ringzone entstehen. Die Art *D. Onobrychidis* (DC.) J. Müll. befällt die Blätter von *Onobrychis sativa*, seltener *Lathyrus tuberosus*, und veranlafst schwarze, beiderseitige Flecken; zuerst werden auf diesen Flecken Konidienlager gebildet vom Typus der Gattung *Placosphaeria*; später entsteht in denselben Flecken ein Perithecium. Die Gattungen *Monographus* Fuck. und *Rhopographus* Nitschke besitzen längliche, mehrzellige Sporen, erstere hyaline, letztere braune, und kommen in ihren häufigsten Vertretern, *M. Aspidiorum* (Lib.) Fuck. und *Rh. Pteridis* (Sow.) Wint. auf Farnen vor; sie bilden strichartige, glänzend schwarze Stromata.

Am häufigsten und artenreichsten ist die Gattung *Phyllachora* Nitschke, deren kleine Stromata stets eingesenkt sind und in ihrem Innern mehrere wandungslose Perithecien tragen. Die Sporen sind einzellig, hyalin bis gelblich. Die häufigste Art ist *P. graminis* (Pers.) Fuck., die an Gramineenblättern schwarze, längliche Schwielen bildet, die nur wenig über die Blattoberfläche hervortreten, aber stets auf der Ober- und Unterseite bemerkbar sind. Die befallenen Blätter vergilben und sterben ab. Nebenfruchtformen wurden bisher nicht bekannt, weshalb es noch unbekannt ist, wie die Infizierung der Blätter erfolgt und der Blattschorf der Gräser zustande kommt. *P. Cynodontis* (Sacc.) Niefsl kommt an *Cynodon Dactylon* vor; mehrere andere Arten sind an anderen Gramineen beschrieben worden. Eine sehr bekannte Art ist *P. Trifolii* (Pers.) Fuck., die auf den Blättern von Kleearten schwarze Flecken hervorruft. Die Kleeblätter werden vom Mycel durchwachsen und abgetötet; an den schwarzen Flecken brechen hauptsächlich unterseits die Konidienträger hervor, die an der Spitze eine braune, zweizellige Konidie tragen. Die oberste Zelle der Konidie ist gröfser als die untere. Diese Konidienform ist unter dem Namen *Polythrincium Trifolii* Kze. sehr bekannt.

Erwähnt sei ferner die Gattung *Dothidea* Fr., die mit ihrem schwarzen, hervorbrechenden Stromata oft ganze Zweige überzieht. Die etwas ungleich zweizelligen Sporen sind braun oder grün gefärbt. Häufig ist *D. Sambuci* (Pers.) Fr. auf Ästen verschiedener Laubbäume, *D. puccinioides* (DC.) Fr. auf *Buxus sempervirens*. — *Dothidella* Speg. gleicht äufserlich im Bau Phyllachora, besitzt aber zweizellige, hyaline Sporen. Bekannt ist *D. thoracella* (Rustr.) Sacc., die Stengel und Blätter von *Sedum*-Arten oft weithin mit ihrer schwarzen Stromakruste überzieht. *D betulina* (Fries) Sacc. kommt auf Birkenblättern, *D. Ulmi* (Duv.) Wint. häufig auf Ulmenblättern vor.

Die wichtigste Gattung ist *Plowrightia* Sacc., die mehrere bekannte Erreger von Pflanzenkrankheiten enthält. Am gefährlichsten ist *P. morbosa* (Schwein.) Sacc., ein Pilz, der in vielen Gegenden Nordamerikas die Kultur von Pflaumen- und Kirschbäumen derartig gefährdete, dafs

1) J. Müller in Pringsh. Jahrb. XXV, 1893.

in mehreren Staaten der Union und in Kanada Gesetze erlassen worden sind, welche die Bekämpfung des Schädlings obligatorisch machen. Die Krankheit ist unter dem Namen „*black knot, plum wart*“ in Nordamerika bekannt, was sich wohl am besten durch die Bezeichnung „Schwarzer Krebs“ nach SORAUER's Vorschlag wiedergeben läfst. Die Krankheit äufsert sich in dem Auftreten von halbkugligen, etwa 1 cm hohen, meist in Gruppen zusammenstehenden Geschwülsten von schwarzer Farbe und holpriger Oberfläche (Fig. 33). Diese Knoten bestehen aus

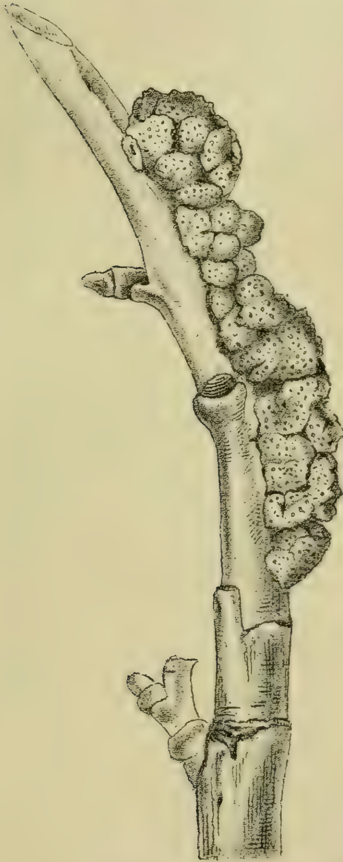


Fig. 33. Krebsknoten, durch *Plowrightia morbosa* (Schwein.) Sacc. verursacht.



Fig. 34. Zweiganschwellungen durch *Plowrightia morbosa* (Schwein.) Sacc. verursacht.

parenchymatösem Gewebe, durch das sich die Hyphen des Pilzes hinziehen und häufig Stränge bilden. Von den Knoten aus verbreitet sich das Mycel nur auf die allernächste Umgebung. Durch das Wachsen des Mycels im Cambium scheint eine Art Reiz ausgeübt zu werden, der sich darin äufsert, dafs die neugebildeten Zellen alle gleichmäfsig parenchymatös werden. Die Vergröfserung eines solchen Krebsknotens dauert mehrere Jahre an. Die Zweige schwellen in der Nähe der Knoten meist unregelmäfsig an (Fig. 34) und zeigen auch bisweilen Verbiegungen und Krümmungen.

Der Pilz ist bisher nur in Nordamerika beobachtet worden, wo er sich hauptsächlich in den östlichen Staaten findet. Obwohl bereits v. SCHWEINITZ am Ende des 18. Jahrhunderts seine Schädlichkeit erkannte, wurde die Entwicklungsgeschichte doch erst 1876 von G. FARLOW[1]) genauer erforscht; später prüfte dann J. E. HUMPHREY[2]) diese Untersuchungen nach und gelangte fast zu denselben Resultaten. Von der Entwicklung des Schädlings wissen wir jetzt folgendes. Auf der unregelmäfsig geborstenen und granulierten Oberfläche der Knoten treten im Mai zahlreiche kurze, aufrechte, dichtstehende Fäden auf, die ihr ein sammetartiges, dunkelbraunes Aussehen verleihen. An der Spitze oder in ihrer Nähe tragen die Fäden braune, verkehrt-eiförmige, einzellige Konidien. In der Mitte des Sommers fällt diese Konidienträgerdecke zusammen, und die Knotenoberfläche ist stumpf-schwarz, hart und trocken. Sie erscheint dann wenig später wie in kleine Felder geteilt, deren jedes später eine Höhlung ausbildet, in der die Schläuche und Sporen zur Reife gelangen. Die Sporen reifen in einzelnen Gegenden schon im Januar, in anderen aber viel später. FARLOW hat nach der Konidienform zweierlei Pykniden am äufseren Umfange der Knoten entstehen sehen; die einen bilden winzige, ovale Konidien auf farblosen, langen, schlanken und gekrümmten Sterigmen, die anderen dagegen länglich-ellipsoidische, dreigeteilte, gelbliche Sporen auf einfachen Sterigmen, die etwa dreimal so lang sind wie die Sporen selbst. Diese letztere Form, von SACCARDO als *Hendersonula morbosa* bezeichnet, hat HUMPHREY nicht auffinden können, weshalb er ihre Zugehörigkeit zu *Plowrightia* bezweifelt; auch FARLOW ist infolgedessen wieder zweifelhaft geworden, ob diese Pyknidenform als zugehörig zu betrachten ist. HUMPHREY hat die Mikropyknidenform ebenfalls beobachtet und bei Züchtung auf Gelatine Pykniden mit fast kugligen, braunen, einzelligen Konidien erzogen. Obwohl auf dem natürlichen Substrat die Fruchtbehälter selbst noch nicht beobachtet werden konnten, so fanden sich doch häufig die charakteristischen braunen Kugelsporen vor. Die Perithecien enthalten neben den Paraphysen die schlank-keulenförmigen Schläuche, in denen je acht längliche, zweizellige, fast hyaline Sporen entstehen, deren untere Zelle etwas schmaler und bedeutend kleiner ist. Von *Dothidea* würde sich also die Gattung hauptsächlich durch die farblosen Sporen unterscheiden.

Die Züchtung der Pykno- und Schlauchsporen ergab ein reichliches Mycelgeflecht, an dem sich in sechs bis zehn Tagen wieder Pykniden entwickelten; Perithecien wurden in künstlicher Kultur nicht erzielt. Obwohl bisher Impfungen auf Bäumen noch nicht ausgeführt worden sind, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dafs der Pilz die Ursache der Krebsknoten ist. Das ergibt sich schon aus der Tatsache, dafs mit dem Fortwuchern des Mycels immer neue Krebsknoten angelegt werden, bis der Ast und zuletzt auch der Stamm zugrunde gehen. Wahrscheinlich erfolgt die Infektion durch die Schlauchsporen oder durch die Konidien; denn nach den Versuchen HUMPHREY's[3]) sind die Keimschläuche der Pyknosporen nicht imstande, in lebende Gewebe des Pflaumenbaumes einzudringen. Trotz dieser Lücke in unseren Kenntnissen lassen sich für die Bekämpfung dennoch bestimmte

---

1) The black-knot in Bull. of the Bussey Inst. Pt. V, 1876, p. 440.
2) The black-knot of the plum in XI. Ann. Rep. Massach. Agric. Exp. Stat. 1890.
3) Report on plant diseases in Massach. State Agric. Exp. Stat. 1892.

Vorschriften geben. In erster Linie mufs die Vernichtung der Krebsknoten angestrebt werden. Da die älteren Knoten bereits die Sporen entleert haben, so müssen die jungen, noch unreifen Stadien entfernt werden, die man nach einiger Übung leicht erkennen kann. Die Zweige müssen vollständig abgeschnitten oder die erkrankten Stellen sorgfältig ausgeschnitten werden; unter Umständen sind sogar ganze Bäume zu fällen; das erkrankte Material ist zu verbrennen. Da vielleicht die Infektion vor dem Erscheinen der Blätter an den Knospen erfolgt, so dürfte Besprengen mit Bordeauxbrühe[1]) vor der Blattentfaltung von Vorteil sein. Auch die Konidien werden durch Bespritzen mit diesem Fungicid im Mai und Juni zum Absterben gebracht werden können. Weitere Mafsnahmen zur Bekämpfung hat man bisher nicht gefunden.

Von anderen Arten der Gattung wäre *P. ribesia* (Pers.) Sacc. zu erwähnen, die auf dürren Zweigen von *Ribes*-Arten in Europa und Amerika weit verbreitet ist. Wahrscheinlich befällt der Pilz bereits die lebenden Äste. An Birkenästen ist *P. virgultorum* (Fr.) Sacc. nicht selten und tritt in grofsen, schwarzen Polstern über die weifse Rinde hervor. Wahrscheinlich ist auch bei dieser Art das Mycel bereits im lebenden Baum vorhanden.

Sphaeriales.

Die Sphaeriales, auch Pyrenomyceten im engeren Sinne genannt, unterscheiden sich durch ihre Fruchtgehäuse von den bisher besprochenen Unterordnungen. Die Gehäuse besitzen bei allen Arten eine kohlige, im trockenen Zustand mehr oder weniger brüchige Konsistenz und schwarze Farbe; an der Spitze ist stets eine Öffnung vorhanden, die je nach der Gruppe in verschiedener Weise ausgebildet sein kann. So finden sich neben einfachen, runden Öffnungen mehr oder weniger lang ausgezogene Hälse, welche bisweilen innen mit besonderen Fäden, den Periphysen, versehen sind; nur selten ist die Öffnung nicht rund, sondern breitgedrückt. Die Wandung des Gehäuses besteht stets aus mehrschichtigem, paraplectenchymatischem Gewebe, deren äufsere Schichten geschwärzt sind, während die inneren farblos bleiben. Die Schläuche und Paraphysen wachsen aus dem Grunde des Fruchtkörpers in die Höhe; bei einigen Gruppen (z. B. Mycosphaerellaceen) sind die letzteren nicht vorhanden. Die Schläuche verdanken, wenn man die wenigen, bisher daraufhin untersuchten Formen als allgemein gültige Normen annehmen darf, ihren Ursprung einer askogenen Hyphe, die sich reichlich verzweigt und als letzte Auszweigungen eben die Schläuche hervorbringt. Vielfach bläut sich die askogene Hyphe oder die Asken oder ein Teil des Ascus mit Jod. In den Schläuchen entstehen meist 8 Sporen; doch kommen bisweilen auch 16, 32, 64 usw. oder weniger als 8 vor. Die grofse Mannigfaltigkeit der Form, Farbe und Gröfse der Sporen rechtfertigt die Unterscheidung der zahllosen Arten dieser Unterordnung. Das Ausstreuen der Sporen wurde bisher nur bei wenigen Formen genauer beobachtet. Es greifen bei diesem verwickelten Vorgang mehrere Faktoren ineinander. Am wichtigsten dürfte die Quellung des Schlauches oder seines Inhaltes sein, wodurch schliefslich am Ende des Schlauches ein Zerreifsen der

[1]) Stone, G. E, The black-knot of the plum and cherry in Commenw. of Massach. State. Board of Agric. Nature Leaflet, 2, 3, 1899.

Membran an einem mehr oder weniger deutlich vorgebildeten Orte erfolgt; daneben aber spielt die Hygroskopizität der Paraphysen eine Rolle, in bestimmten Fällen auch Vorgänge, die sich im Halsteil und an den dort befindlichen Periphysen abspielen. Nachdem die Sporen herausgeschleudert sind — denn der Sporenentlassungsvorgang geht häufig mit grofser Gewalt vor sich —, keimen sie entweder sofort oder machen eine Ruheperiode durch. Erfolgt die Sporenreife in den Perithecien im Herbst, so werden die Sporen eine Winterruhe notwendig haben; erfolgt sie dagegen im Frühjahr, so fällt die Ruheperiode wohl im allgemeinen fort. Wie die Infektion des Pflanzengewebes durch den Keimschlauch der Sporen erfolgt, oder ob nicht der Infektion eine Periode saprophytischen Lebens vorausgeht, wissen wir in den allerwenigsten Fällen. Ebenso wenig sind wir über die Bildung von Konidienträgern am Mycel unterrichtet; in der Kultur wurden solche Träger zwar mehrfach beobachtet, ob aber ihr Auftreten in der Natur stattfindet, wissen wir nicht. Mit Sicherheit wurden Konidienlager oder Pykniden als zugehörig zu gewissen Formen erkannt; die Konstatierung des Zusammenhanges der Fruchtformen bietet aber deswegen oft grofse Schwierigkeit, weil sich die Nebenfruchtformen sehr häufig vor dem Winter, die Perithecien aber erst im Frühjahr entwickeln. Die Schlauchform findet sich denn auch meistens saprophytisch an abgestorbenem Pflanzengewebe, während die Nebenfruchtformen im lebenden Gewebe als Parasiten auftreten. Deswegen findet man als Erreger von Pflanzenkrankheiten viel häufiger Fungi imperfecti als Sphaeriales angegeben, was eben auf der Schwierigkeit beruht, die Neben- und Hauptfruchtformen in einen Entwicklungsgang zusammenzubringen. Aus diesen wenigen Andeutungen ersehen wir, dafs die Biologie der Sphaeriales noch recht in Dunkel gehüllt ist, vor allem die eine Frage, ob gewisse Arten ihre Konidien- und Schlauchform auf verschiedenen Wirten zur Reife bringen. Wenn auch bei den meisten Formen ein solcher Wirtswechsel von vornherein ausgeschlossen erscheint, so läfst er sich bei anderen mit einiger Sicherheit voraussetzen.

Um die Formen systematisch zu gliedern, sind zwei Wege eingeschlagen worden. Als Haupteinteilungsprinzip gilt für Saccardo die Teilung und Färbung der Sporen, für Winter, Schröter, Rehm usw. das Fehlen oder die Ausbildung eines Stromas. Bei Annahme der letzteren Einteilungsmethode ergeben sich zwei Hauptgruppen: Familien ohne und mit Stroma. Sowohl bei den stromalosen wie stromaführenden Familien läfst sich dann verfolgen, wie allmählich die Organisation eine höhere und verwickeltere wird. Es ist hier nicht der Ort, auf diese schwierigen und zum Teil noch nicht genügend geklärten Verhältnisse einzugehen [1]), zumal nicht in allen Familien Formen vorhanden sind, die uns für die hier in Betracht kommenden Zwecke interessieren.

Die beiden untersten Familien der astromatischen Gruppe, die Chaetomiaceae und Sordariaceae, kommen für unsere Zwecke nicht in Betracht, weil ihre Arten ausschliefslich auf toten Abfallstoffen, sowohl pflanzlichen wie tierischen, sich finden. Dagegen interessieren uns einige Arten der Sphaeriaceae. Das Hauptcharakteristikum der Familie besteht in den einzeln stehenden, bisweilen rasig gehäuften

---

[1]) Man vergleiche zu diesem Zwecke die Darstellung in Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien: Pilze. Teil I.

Fruchtkörpern mit kleinen, papillenförmigen Mündungen. Die Fruchtgehäuse sind meistens kahl; bei manchen Arten aber entspringen an der Basis haarartige Bildungen, die mit dem dunkelfarbigen Mycel bei einigen *Rosellinia*-Arten einen Hyphenfilz bilden, in dem die Perithecien eingesenkt sind.

Mehrere parasitische Arten besitzt die Gattung *Coleroa* Fries, welche sich durch frei aufsitzende Fruchtkörper und zweizellige Sporen auszeichnet. Erwähnt sei *C. Chaetomium* (Kze.) Rbh. auf Rubusblättern; die Perithecien sitzen in kleinen rundlichen Gruppen auf geschwärzten Flecken der Blätter auf. Als Konidienform ist *Exosporium Rubi* Nees bekannt. Zu *Coleroa* wurde von van Breda de Haan ein Pilz gestellt, der die Rotfleckenkrankheit der Zuckerrohrblätter[1]) erzeugt und *C. Sacchari* genannt wurde (*Venturia Sacchari* Sacc.). Auf den Blättern treten beiderseits runde oder mehr unregelmäfsig geformte Flecken auf, die rotbraun (oder unterseits etwas heller) sind und hellgelben Rand besitzen. Unterseits findet man auf den Flecken Mycel, das auch von hier aus in die unteren Lagen des Blattes eindringt; in diesem epiphytischen Mycel treten die Perithecien auf, die aufsen behaart sind und in ihren Schläuchen acht zweizellige, fast hyaline Sporen erzeugen. Der Schaden, den der Pilz anstiftet, ist selbst bei den empfindlichsten Varietäten recht gering, so dafs es nicht notwendig ist, besondere Bekämpfungsmittel in Anwendung zu bringen.

Ähnliche Fruchtkörper, die aber aufsen mit steifen Borsten besetzt sind, hat die Gattung *Acanthostigma* de Not; die Sporen sind aber spindelförmig und durch mehrere Querwände geteilt. Während die übrigen Arten saprophytisch wachsen, scheint nur *A. parasiticum* (Hart.) Sacc. [= *Trichosphaeria parasitica* Hartig[2])] ein Schädling lebender Pflanzen zu sein. Der Schädling tritt auf Ästen und Nadeln von Tannen, Fichten und *Tsuga canadensis* auf, besonders wenn der Standort feucht ist und die Bäume dicht stehen. Das weifse Mycel überwintert auf der Unterseite der Äste und geht von hier aus auf die Nadeln über. Auf den Nadeln werden dichte, paraplectenchymatische Schichten gebildet, deren untere Mycelzellen mit feinen Haustorien in die Epidermiszellen eindringen; im Nerv des Nadelgewebes finden sich zahlreiche Mycelfäden im Intercellularsystem. Die absterbenden Nadeln werden durch den Mycelüberzug am Triebe festgehalten. Die Perithecien entstehen auf den sich bräunenden Hyphenfilzen der Nadeln und entwickeln in den Schläuchen acht vierzellige, hellgraue Sporen. Der Pilz tritt an luftigen, trocknen Standorten nicht auf und kann durch Ausschneiden der befallenen Tannenäste sehr beschränkt werden.

Die Gattung *Herpotrichia* Fuck. unterscheidet sich von der vorigen durch den braunen Hyphenfilz, in dem die Perithecien sitzen; auch vom Gehäuse gehen die langen, braunen Haare aus. Die Sporen zeigen ähnliche Gestalt und Teilung. Die Perithecien sind meist abgeplattet. Die meisten Arten der Gattung sind Saprophyten, nur *H. nigra* Hartig[3]) befällt junge Fichten im Hochgebirge sowie *Juni-*

---

[1]) J. H. Wakker en F. A. F. C Went, De Ziekten van het Suikerriet op Java. 1898. S. 153.

[2]) Ein neuer Parasit der Weifstanne in Allgem. Forst- u. Jagdzeitg., Jan. 1884, und Hedwigia 1888, S. 12; ferner v. Tubeuf in Beiträge zur Kenntnis der Baumkrankheiten, 1890.

[3]) Herpotrichia nigra in Allgem. Forst- u. Jagdzeitg. 1888; ferner v. Tubeuf Mitteilung über einige Feinde des Waldes, ebenda 1887.

perus-Arten. Die benadelten Äste, häufig auch die ganzen Pflanzen, werden durch das graue Mycel völlig überzogen und eingesponnen. Wenn die Zweige durch die Schneebedeckung zur Erde herabgezogen werden, so werden sie häufig durch den Hyphenfilz vollständig an die Erdoberfläche angesponnen. Die Nadeln werden in ganz ähnlicher Weise wie von der Acanthostigma eingehüllt und durch die Haustorien ausgesaugt. Um die Schädigungen zu vermeiden, mufs die Anlage der Pflanzgärten im Hochgebirge besonders sorgfältig hergestellt werden: namentlich ist darauf zu achten, dafs der Schnee die jungen Pflänzchen nicht gegen den Boden drücken kann.

Frei aufsitzende, kuglige, schwarze, mit Borsten besetzte Fruchtkörper besitzt auch *Trichosphaeria* Fuck., eine Gattung, die sich von den letztgenannten Gattungen durch ein- oder zweizellige Sporen unterscheidet. Die meisten Arten sind zwar harmlose Saprophyten, indessen fügt eine Art, *T. Sacchari* Massee, dem Zuckerrohr den empfindlichsten Schaden zu. Im Jahre 1878 hatte Berkeley eine Pyknidenform auf Zuckerrohrstengeln aus Australien gefunden und *Darluca melaspora* genannt; diesen Pilz zog Saccardo später zu *Coniothyrium*. Schon wenige Jahre später zeigte sich der Pilz als einer der gröfsten Schädlinge des Zuckerrohrs und trat allenthalben in Westindien, Südamerika, Australien, Bourbon und Borneo auf und ist jetzt auch auf Java und in Tonkin gefunden, so dafs der Pilz aus allen zuckerrohrbauenden Ländern bekannt geworden ist. G. Massee[1]) untersuchte die Entwicklung des Pilzes zuerst und fand die genannte Konidienform, die er als Melanconium bezeichnet. Die Konidienform bildet ein dunkelgefärbtes, paraplectenchymatisches Stroma, in dem ein bis drei Pykniden angelegt werden. In ihnen entstehen an kurzen, zarten Sterigmen die länglichen, geraden oder etwas gekrümmten, blafsbraunen Konidien. In Nährlösung traten zweierlei Konidienträger auf, solche mit kettenförmig entstehenden Konidien, die etwa beim Genus Oidium untergebracht werden müfsten, und solche, bei denen die Sporen aus dem Innern eines Fadens hintereinander herausgeprefst werden (Büchsenkonidien). Aufserdem fand Massee in Verbindung mit diesen Konidien Perithecien, welche zu Trichosphaeria gehören und von ihm mit dem obengenannten Namen bezeichnet wurden. Die Fruchtkörper sind breit-eiförmig, schwärzlichbraun und mit starren, dunkelbraunen Haaren besetzt. Die Sporen sind länglich-ellipsoidisch, farblos, einzellig und entstehen zu acht in den zylindrischen Schläuchen. Went[2]) fand bei der Untersuchung der in Java unter dem Namen „Ananasziekte“ bekannten Krankheit nur die Konidienformen, nicht die Pykniden und Perithecien und benannte den Pilz *Thielaviopsis ethaceticus*. Endlich haben dann E. Prillieux und G. Delacroix[3]) eine erneute Untersuchung mit ausgedehnten Infektionsversuchen vorgenommen und gelangen im wesentlichen zu den Resultaten Massee's. Die Krankheit tritt nur an den Stengeln des Zuckerrohrs auf und zeigt sich äufserlich nicht, sondern erst beim Durchschneiden durch rote Verfärbung der Gefäfsbündel. Darauf färbt sich das Zentrum des Stengels von den Knoten her allmählich schwarz, und es tritt dann Absterben der befallenen Stengel ein. Beim Durch-

[1]) On Trichosphaeria Sacchari Mass.; a fungus causing a disease of the sugarcane in Annals of Botany VII, 1893, S. 515.

[2]) Wakker en Went, De Ziekten etc., S. 44.

[3]) Sur une maladie de la canne à sucre produite par le Coniothyrium melasporum (Berk.) Sacc. in Bull. Soc. Myc. France XI, 1895, S. 75.

schneiden der kranken Stengel macht sich ein ananasähnlicher Fruchtgeruch bemerkbar, der der Krankheit in Java ihren Namen gegeben hat. In den Gefäfsen zeigt sich schwache Gummibildung. Aus den künstlichen Infektionsversuchen sowie aus dem Verhalten in der Natur geht mit Sicherheit hervor, dafs der Pilz kein obligater Parasit ist, sondern der Verwundungen und Verletzungen bedarf, durch die er ins Innere der Pflanze eindringt. Im allgemeinen werden es Verwundungen durch Insekten sein, die dem Pilz den Weg bahnen; man kennt verschiedene Insekten, die für Westindien in Betracht kommen könnten, so ein Käfer *Xyleborus perforans* und die „*moth-borer*" genannten Raupen und *Sphenophorus sericeus* (*weevil-borer*). Wenn man also die Krankheit verhüten will, so müssen in erster Linie diese und andere Insekten kekämpft werden. Aufserdem aber ist es bei der aufserordentlichen Schädlichkeit des Pilzes notwendig, auch direkte Bekämpfungsmafsregeln[1]) zu ergreifen. Als solche mufs in erster Linie das Verbrennen der erkrankten Pflanzen empfohlen werden, ferner das Aussetzen der Kultur bei verseuchten Feldern auf mehrere Jahre und endlich das Anpflanzen von Stecklingen aus unverseuchten Distrikten. Wie weit etwa Spritzmittel wirksam sind, scheint noch nicht festzustehen.

Eine sehr formenreiche Gattung ist *Rosellinia* Ces. et de Not., die sich durch ellipsoidische, braune bis schwarze Sporen auszeichnet, in ihren sonstigen Merkmalen aber sehr variabel ist. So kommen neben kahlen auch behaarte Gehäuse vor; die Fruchtkörper sitzen entweder einzeln oder gesellig oder sind herdenweise in einen Hyphenfilz eingebettet. Nach allen diesen Merkmalen unterscheidet man Untergattungen. Die allermeisten Arten der Gattung sind harmlose Holzbewohner und finden sich an faulen Ästen, an Stümpfen usw. recht häufig im Walde. Einige Arten aber scheinen durch ihr Mycelstadium den Wurzeln gefährlich werden zu können. Davon sollen hier zwei Vertreter besprochen werden, von denen der eine, der sogenannte Eichenwurzeltöter, *R. quercina* Hart., ist. R. HARTIG[2]) erkannte zuerst die Schädlichkeit dieses Pilzes für die Forstkultur. An der Hauptwurzel der von ihm hauptsächlich befallenen ein- bis dreijährigen Eichen erkennt man vereinzelte schwarze Kugeln von der Gröfse eines Stecknadelkopfes, in deren Nähe das Rindengewebe gebräunt ist. Zwischen diesen als Sclerotien zu betrachtenden Körpern findet man Stränge von Pilzhyphen, die die Wurzeln umspinnen und sich in die Erde fortsetzen. Diese Mycelstränge rechnet man zur Gattung *Rhizoctonia* von der wir bei den sterilen Mycelien noch mehrere kennen lernen werden. Gelangt ein solcher Strang an eine Nachbarwurzel, so umspinnt er dieselbe, tritt in die Rindenzellen ein und dringt hier bis zur Markröhre vor, die Wurzel auf diese Weise bald abtötend. In der Hauptwurzel zeigen sich die Gewebe mit paraplectenchymatischen Mycelmassen erfüllt; ebenso findet sich eine Art Dauermycel in der Korkschicht des alten Wurzelkörpers. Die Infektion der Hauptwurzel kann von den feinen Nebenwurzeln aus erfolgen. Wenn nun Witterung und Bodenbeschaffenheit für den Pilz günstig sind, so

[1]) Vergl. C. A. BARBER, Experimental cultivation in St. Kitts, with special reference to cane-diseases in the island. in Supplem. to the Leeward Islands Gazette 1894, Mai (cfr. Zeitschr. f Pflanzenkr. V, 1895, S. 115); A. HOWARD, Le Thielaviopsis et la sélection de la Canne in Journ. Agric. tropic. II, 1902, S 171.

[2]) Untersuchungen aus dem Forstbotan Institut zu München, I, 1888, S. 1; Centralbl. f. d. ges. Forstwesen, 1900, Heft 6.

werden die Wurzelgewebe schnell durchwuchert und getötet. Dagegen gewinnt bei trockner und kalter Witterung die Wurzel die Oberhand und grenzt die Infektionsherde durch Wundkork ab, wodurch sie dann ausheilen können. Im Sommer erhält sich während der trocknen Zeit der Pilz durch seine Dauermycelien. Hartig hat an dem oberflächlich verlaufenden Mycel Konidien auf quirlförmig verästelten Trägern gefunden. Auf demselben Mycel bilden sich in der Nähe der erkrankten Wurzeln zahlreiche schwarze Perithecien der *Rosellinia*. Die kahnförmigen, dunkelfarbigen Sporen keimen im nächsten Jahre mit zwei derben Keimschläuchen aus, die auf Nährlösung oder auf dem Erdboden wieder Rhizoctonia-Mycelien bilden. Da die Krankheit in Saatbeeten häufig Zerstörungen anrichtet, die einen Meter und mehr im Durchmesser haben können, so empfiehlt es sich, solche verseuchte Stellen durch Isoliergräben abzutrennen und die von dort stammenden Pflanzen nicht zu benutzen.

Die zweite, ebenfalls Wurzeln abtötende Art ist *R. necatrix* (R. Hart.) Berl. (= *Dematophora necatrix* Hart.), die besonders dem Weinstock verhängnisvoll wird, aber auch die Wurzeln von Pflaumen-, Kirsch-, Aprikosen- und anderen Obstbäumen, ja sogar von krautigen Gewächsen, wie Kartoffeln, Erbsen usw., nicht verschmäht. Der von R. Hartig[1]) zuerst genauer untersuchte Pilz tritt in Form von Mycelsträngen und Rhizomorphen an den Wurzeln auf. Es finden sich weifse und braune Mycelstränge, die im Innern der Wurzeln, sowohl im Cambium wie im Holz, einherziehen und die Gewebe abtöten (Fig. 35, *1*). Die Stränge treten auch in Form feiner Mycelzüge aus den Wurzeln heraus in den Boden und umstricken die nächstgelegenen Wurzeln. Ursprünglich ist das Mycel im Erdboden vorhanden und siedelt sich erst bei zusagenden Bedingungen, wovon noch zu sprechen sein wird, auf den Wurzeln an. Häufig tritt das Mycel aus den Wurzeln heraus, um reihenweise kleine schwarze Sclerotien (Fig. 35, *2*) zu bilden, auf denen Coremienartige Konidienträger entstehen. Diese *Coremium*-Formen können aber auch an anderen Stellen des Mycels auftreten. Es sind das zu 2 mm hohen Bündeln zusammenstehende dunkelfarbige, verzweigte Konidienträger (Fig. 35, *3*, *4*), welche an ihrer Spitze eiförmige, hyaline 1,5 bis 3 μ grofse Konidien abschnüren. Solange die Wurzeln noch am Leben sind, beobachtet man nur das Mycel; erst später treten an toten Geweben die erwähnten und die sogleich weiter zu besprechenden Fruchtformen auf. P. Viala[2]) hat nämlich aufser den Konidien noch Pykniden beobachtet, die sich in den Sclerotien nach langem Liegen ausbilden, und endlich Perithecien (Fig. 35, *5*, *6*), welche aber erst nach Verlauf mehrerer Jahre sich fünf bis sechs Centimeter unter der Bodenoberfläche am Mycel der gänzlich verfaulten Wurzeln entwickeln. Der Bau dieser Perithecien ist von Viala gänzlich verkannt und erst später durch A. N. Berlese[3]) und E. Prillieux[4]) richtig geschildert worden. Während Viala die Perithecien als mündungslos angibt und dem Pilze eine besondere Stellung bei den Tuberaceen anweist, wurde von den genannten Forschern nachgewiesen, dafs die Gehäuse eine Endpapille

[1]) Arbeiten aus dem Forstbotan. Institut zu München, III, 1883.
[2]) Monographie du Pourridié des vignes et des arbres fruitiers. Paris 1891.
[3]) Rapporti tra Dematophora e Rosellinia in Riv. d pat. veg. I, 1892, p. 5.
[4]) Les perithèces du Rosellinia necatrix in Compt. rend. CXXXV, 1902, S. 275, und Sur la dehiscence des perithèces du Rosellinia necatrix in Bull. Soc. Myc. France XX, 1904, S. 34.

besitzen und sich mit einem Rifs öffnen. Die Perithecien entstehen dicht gedrängt auf den Sclerotien, auf denen bereits früher die Konidienträger entstanden waren. Sie sind etwa kuglig, $1^1/_2$ mm im Durchmesser, am Scheitel ein wenig eingedrückt und hier mit einer kleinen

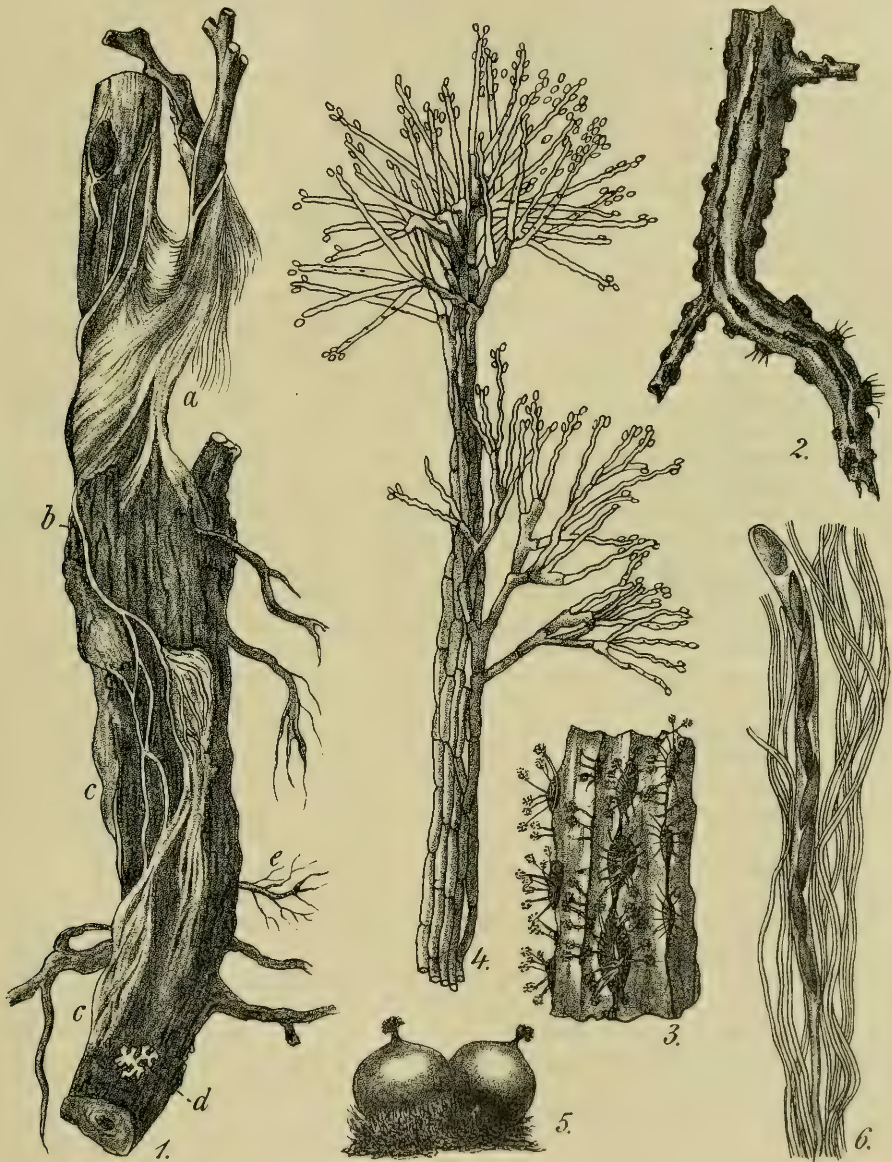


Fig. 35. Wurzelschimmel des Weinstocks.

1 Getöteter Rebstock mit Rhizomorphen, *a* fädiges Mycel, das in weifse Rhizoctoniastränge *b* übergeht, die sich bei *c* verästeln. Bei *d* und *e* wachsen Rhizomorphen aus dem Innern hervor. $^2/_3$ nat. Gr. *2* Wurzel des Weinstocks mit Sclerotien. *3* Stück von *2* mit Konidienträgern, 5 : 1. *4* Coremium mit Konidien, 420 : 1. *5* Zwei Perithecien mit Sporen an der Spitze, vergr. *6* Schläuche und Paraphysen, stark vergr. (*1—4* nach Hartig, *5* nach Prillieux, *6* nach Viala.)

Papille versehen. Die Wandung der Perithecien zeigt eine äufsere, schwarze, kohlige und zerbrechliche Schicht und eine hellfarbige, weiche, von der die Schläuche und Paraphysen ausgehen. Die Schläuche sind gestielt und langfädig und besitzen an ihrem Scheitel einen stark lichtbrechenden Membranpfropfen, der sich mit Jod blau färbt. Im Innern entstehen in einreihiger Lage acht einzellige, etwas kahnförmig gebogene und auf einer Seite etwas dickere, schwarzbraune Sporen. Bei der Reife gelatinieren die Paraphysen und Schlauchwandungen, und die Sporen werden frei; wenn nun durch den entstehenden Druck das Gehäuse an der Spitze in einem Rifs aufgeplatzt ist, so treten die Sporen mit dem Schleim in Form eines schwarzen Tröpfchens heraus. Durch diese Tatsachen ist die Zugehörigkeit des Pilzes zu der Gattung *Rosellinia* sichergestellt.

Der Schaden, den das Mycel in den Weinbergen anrichtet, ist ungeheuer grofs, und man hat ihm bei der Häufigkeit seines Auftretens verschiedene Benennungen in den einzelnen Ländern gegeben; so ist er in Deutschland als Wurzelpilz oder Wurzelschimmel der Reben, in Frankreich als *Blanc de racines, Champignon blanc, Blanquet* oder *Pourridié de la vigne*, in Italien als *Mal bianco, Morbo bianco* bekannt und gefürchtet. Da sich die Krankheit nur in feuchten Böden findet, so hat man mit Recht die Frage aufgeworfen, ob der Pilz die primäre Ursache der Erkrankung ist, oder ob er sich nicht vielmehr erst einstellt, wenn der Standort zu feucht ist. Man nahm früher allgemein an, dafs der Wurzelschimmel allein verantwortlich zu machen sei; indessen mehren sich jetzt die Stimmen derer, welche in erster Linie die ungünstigen Bodenverhältnisse als erste Ursache annehmen. So nimmt Sorauer, ohne dafs ihm bisher ernstlich widersprochen worden wäre, an, dafs die Wurzeln durch die Nässe gegen den Pilz ihre Widerstandskraft verlieren und ihm so schnell zum Opfer fallen. Dafür dienen die beiden Tatsachen zum Beweis, dafs der Pilz auf trockenen Böden nicht vorkommt, und dafs in nassen Böden die Wurzeln auch ohne Pilz absterben können. Letzterer Fall ist allerdings bei der allgemeinen Verbreitung der Rosellinia recht selten. Mag nun aber der Pilz primär oder sekundär schädlich wirken, so erscheint es doch völlig sicher, dafs er, wenn er überhaupt erst vorhanden ist, auch gesunde Wurzeln zu töten vermag. Wir haben in ihm also einen jener Parasiten vor uns, die nur unter gewissen Voraussetzungen ihre verderbliche Tätigkeit beginnen, dann aber auch beim gesunden Gewebe fortsetzen. Deshalb erscheint die Bekämpfung des Schädlings unter allen Umständen geboten. Als bestes Präventivmittel empfiehlt sich die von Viala bereits vorgeschlagene Drainage des Bodens. Daneben sind aber mit Erfolg direkte Bekämpfungsmittel versucht worden. So hat M. Beinling[1]) im badischen Weinbaugebiet eine Düngung der Weinstöcke mit je 120 bis 200 g Eisenvitriol mit gutem Erfolge angewandt. G. Foex[2]) hat das bei Reblausvertilgung angewandte Extinktionsverfahren mittels Schwefelkohlenstoffs probiert und damit günstige Resultate erzielt. Endlich mufs auch der Vorbehandlung der Stecklinge bei der sogenannten Stratifikation in feuchtem Sande erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt

---

[1]) Über das Auftreten der Rebenkrankheiten im Grofsherzogtum Baden im Jahre 1891 in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., II, 1892, S. 207.

[2]) Les terrains punais des vignobles des Côtes du Rhône in Rev. de Viticult. I, 1893, Nr. 2.

werden, denn A. Prunet[1]) erwähnt einen Fall, in dem sämtliche in Stratifikation in einem Keller befindliche Stecklinge durch die mangelhafte Beschaffenheit des Sandes mit dem Wurzelschimmel angesteckt waren. Aufserdem ist das Isolieren der befallenen Stellen eines Weinberges durch Gräben und die Vernichtung der befallenen und abgestorbenen Pflanzen zu empfehlen.

Bevor man die im vorstehenden geschilderten Tatsachen klar erkannt hatte, machte man noch eine Reihe von anderen Pilzen für dieselbe Erkrankung verantwortlich, wohl aber mit Unrecht, da sie wahrscheinlich nur harmlose Saprophyten darstellen. So wurde zuerst das Mycel mit den Rhizomorphen der *Armillaria mellea* in Verbindung gebracht, die an Wald- und auch Fruchtbäumen verwüstend auftreten können. Indessen hat man mit Sicherheit niemals Fruchtkörper auftreten sehen, und man hat sich auch bald überzeugt, dafs der anatomische Bau der beiden Rhizomorphen ein verschiedener ist. Weit wahrscheinlicher war die Annahme, dafs ein Discomycet *Roesleria pallida* (Pers.) Sacc. [= *Coniocybe pallida* (Pers.) Körb., *Roesleria hypogaea* v. Thüm.], der sehr häufig gefunden wurde, als Ursache des Wurzelschimmels zu gelten habe. Aber auch diese von v. Thümen[2]) vertretene Annahme ist von der Hand zu weisen, da dieser kleine, mit gestieltem Köpfchen versehene Pilz aufserordentlich häufig auf Wurzeln aller möglichen Pflanzen saprophytisch auftritt. P. Viala hat in seiner Monographie gezeigt, dafs aufser der *Rosellinia necatrix* noch das Mycel einer verwandten Art am Weinstock auftritt, von der aber bisher nur Konidienträger bekannt sind. Er nennt sie *Dematophora glomerata* und hat sie in Sandboden der Weinberge Südfrankreichs beobachtet; über ihre Schädlichkeit ist bisher wenig bekannt geworden. Endlich wird noch ein Mycel von G. Foex und P. Viala[3]) erwähnt *(Fibrillaria)*, das nach ihren Kulturen zu einer *Psathyrella*-Art gehört. Auch über die Schädlichkeit dieses Mycels gehen die Ansichten auseinander, obwohl C. Roumeguère[4]) gefunden haben will, dafs es von den Weinbergspfählen auf intakte Rebwurzeln übergehen kann.

J. Behrens[5]) hat Kulturversuche mit erkrankten Rebenwurzeln angestellt und dabei einen Pilz gefunden, der sich von der Dematophora morphologisch unterscheidet. Dieser von ihm *Pseudodematophora* genannte Schädling tötet die Wurzeln nicht ab, wenn nicht eine hochgradige Disposition dafür vorhanden ist, sondern beteiligt sich nur an der Zerstörung der Holzpfähle und des toten Rebenholzes. Eisenvitriol tötet das Mycel ab.

Wenn also auch bei dem Wurzelschimmel der Reben noch nicht alle Einzelheiten in befriedigender Weise erklärt und erwiesen sind, so scheint doch das Hauptbild der Erkrankung durch die Rosellinia verursacht zu werden, während alle übrigen Mycelien nur gelegentliche Saprophyten sind.

Eine dritte Art, welche für gewöhnlich nur als harmloser Saprophyt seine Perithecien auf nacktem Holze entwickelt, ist *R. aquila*

---

[1]) Sur la propagation du pourridié de la vigne par les boutures in Compt. rend. CXV, 1892, S. 562.

[2]) Pilze des Weinstockes, Wien 1878, S. 209.

[3]) Revue mycol. VII, 1885, S. 75.

[4]) Daselbst S. 77.

[5]) Untersuchungen über den Wurzelschimmel der Reben in Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt., III, 1897, S. 584.

(Fries) de Not; die Fruchtkörper sind schwarz, oft gefurcht, ziemlich grofs und stehen dicht gedrängt auf einem lockeren, schwarzen Hyphenfilz. Nach PRILLIEUX und DELACROIX[1]) verursacht der Pilz eine Wurzelkrankheit der Maulbeerbäume in Südfrankreich, indem er auf den Wurzeln dünne, spinnenwebeartige Hyphenpolster bildet. Die Fäden dringen auch in die Wurzeln ein und durchwuchern als weifse Schicht das Cambium. Als Konidienform gehört *Sporotrichum fuscum* Link dazu. Im allgemeinen ähnelt die Krankheit der durch *R. necatrix* hervorgebrachten Wurzelfäule.

Erwähnt mag endlich noch sein, dafs auf Ceylon eine Wurzelkrankheit des Teestrauches nach G. MASSEE[2]) durch *R. radiciperda* Mass. hervorgerufen wird. Auch hier wird die Wurzel dicht von einem weifsen Hyphenfilz eingehüllt und abgetötet.

Von der Familie der Sphaeriaceen unterscheidet sich die der Ceratostomataceae dadurch, dafs die Mündung der Perithecien zu einer mehr oder weniger langen Röhre ausgezogen ist, die Fruchtkörper sind „geschnäbelt“. Erwähnt mag hier blofs *Ceratostomella pilifera* (Fries) Wint. werden, die sehr lange, haarartige Schnäbel an den Perithecien hat. Die Fruchtkörper finden sich an der Oberfläche von nacktem Koniferenholz nicht selten; besonders auffällig wird der Pilz, weil sein Mycel das Holz blau färbt. H. v. SCHRENK[3]) hat sich mit dem Pilze genauer beschäftigt und nachgewiesen, dafs er das Holz nur von Verwundungen aus angreifen kann. Für *Pinus ponderosa* bilden die Bohrlöcher von *Dendroctonus ponderosae* die Eingangspforten für das Mycel. Unter den gemeinsamen Angriffen des Bohrers und des Pilzes stirbt der Baum im dritten Jahre ab, nachdem der gesamte Holzkörper sich gebläut hat. Solche Fälle sind aus Europa noch nicht bekannt geworden, vielmehr hat man ihn hier meist auf bearbeitetem Holz gefunden; trotzdem erscheint es notwendig, auf den Pilz mehr als bisher zu achten.

Die Familie der Cucurbitariaceae besitzt in einigen Formen bereits eine stromaartige Unterlage; indessen sind die Fruchtkörper niemals eingesenkt, sondern sitzen stets auf. Am meisten charakteristisch sind die rasen- oder herdenförmig beieinander stehenden Perithecien, die zuerst von der Epidermis bedeckt sind und dann hervorbrechen. Von der Gattung *Gibbera* Fries, die kleine Stromata, behaarte Perithecien und zweizellige, bräunliche Sporen besitzt, wird *G. Vaccinii* (Sow.) Fr.[4]) den Stengeln der Preifselbeere gefährlich. Sobald die Pflanzen in feuchtem Moose wachsen, sterben viele Zweige unter der Einwirkung des Pilzes ab. Durch die festeren Stromata, auf denen die Fruchtkörper dicht gedrängt in grofser Zahl sitzen, und die mauerförmig geteilten, braunen Sporen unterscheidet sich die Gattung *Cucurbitaria* Gray. Als Wundparasit bei *Cytisus Laburnum* tritt *C. Laburni* (Pers.) Ces. et de Not. häufig auf. Wie C. v. TUBEUF[5])

[1]) Rapport sur les maladies du mûrier in Bull. du Minist. de l'agric. XII, 1893, S. 452.

[2]) Cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, S. 285.

[3]) The bluing and the red rot of the western yellow pine in U. S. Dep. of Agric., Bur. of Plant-Industr., Bull. Nr. 36, 1903

[4]) Vergl C. v. TUBEUF in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 1893, S. 142, und Pflanzenkrankh., 1895, S. 222.

[5]) Cucurbitaria Laburni auf Cytisus Laburnum in Bot. Centralbl. XXVI, 1886, S. 229.

nachwies, dringt das Mycel an Wunden, namentlich Hagelwunden, zu den Ästen ein und verbreitet sich auf gröfsere Strecken im lebenden Gewebe, es zum Absterben bringend. Zu diesen Arten sollen nach v. TUBEUF dreierlei Pykniden mit einzelligen hyalinen, mit einzelligen braunen und mit mauerförmigen braunen Konidien gehören, wozu dann noch nach älteren Autoren, Pykniden mit zweizelligen braunen Sporen kommen würden. Wenn BREFELD[1]) in der Kultur nur die ersterwähnte Art von Pykniden fand, so liegt die Wahrscheinlichkeit, dafs auch die anderen Nebenformen dazu gehören, nicht aufser dem Bereiche der Möglichkeit, zumal auch TULASNE ähnliche Angaben über die Pleomorphie macht wie v. TUBEUF. In ähnlicher Weise schädigt auch *C. Sorbi* Karst. die Zweige junger Ebereschen, nachdem sie durch Verletzungen ins Innere des gesunden Gewebes vorgedrungen ist. F. CAVARA[2]) beobachtete eine Erkrankung der Weifstannen, die durch *C. pityophila* (Kze.) de Not. hervorgerufen wurde. Die jungen Tannen, die durch Beschattung und Luftmangel im Walde besonders dafür disponiert erscheinen, zeigten am Stamme Beulen, die durch hypertrophische Wucherung der Rindenpartien erzeugt werden; das Holz zeigt nur in geringem Grade anormales Wachstum. In den Beulen sitzt das Mycel des Pilzes, das durch seinen Reiz die Vergröfserung des Auswuchses veranlafst. Die Oberfläche erscheint rauh und rissig und enthält sehr viele, dicht nebeneinander stehende Perithecien des Pilzes. Die jungen Tannen gehen unter dem Einflufs des Pilzes bald ein, indem zuerst die Äste, welche sich an der erkrankten Stelle befinden, und nachher der Stamm ober- und unterhalb der Angriffsstelle absterben. Bisweilen übersteht der Baum den Angriff; dann aber wird die Beule von Rinde entblöfst und bietet so einen vortrefflichen Angriffspunkt für tierische Schmarotzer. Die Übertragung des Pilzes soll durch Schnecken erfolgen, die das Stroma mit den Fruchtkörpern fressen. Aufser diesen genannten Arten kommen *C. Berberidis* (Pers.) Gray auf Berberitzen und *C. elongata* (Fries) Grev. auf Robinien vor; auch sie greifen wahrscheinlich schon die lebenden Äste an und bringen erst an totem Substrat ihre Schlauchfrüchte hervor.

Von den Familien der Amphisphaeriaceae und Lophiostomataceae sind mit Sicherheit keine krankheitserregenden Arten bekannt geworden.

Die Familie der Mycosphaerellaceae, die man gewöhnlich an den Anfang der stromaführenden Reihe der Sphaeriales stellt, besitzt noch kein Stroma, sondern die Perithecien stehen einzeln unter der Oberhaut eingesenkt und kommen höchstens mit ihrer Mündung über die Oberfläche. Die Schläuche sind büschelförmig miteinander verbunden und haben keine Paraphysen zwischen sich. Wir erwähnen zuerst die Gattung *Ascospora* Fries, deren Perithecien dem Substrate eingesenkt sind und auf einer aus braunen, dicken Hyphen zusammengesetzten Unterlage stehen. Die Sporen sind länglich, hyalin und einzellig. Hierher rechnet P. VUILLEMIN[3]) die Fleckenkrankheit der Kirschen, Pfirsiche und anderer Steinfrüchtler. Die jungen Zweige und Blätter bekommen trockene Flecken, an deren Umkreis

[1]) Untersuch. a. d. Gesamtgeb. der Mykol., Heft X, S. 208.

[2]) Über eine neue Pilzkrankheit der Weifstanne in Zeitschr. f. Pflanzenkr. VII, 1897, S. 321.

[3]) Sur une maladie des Cerisiers et des Pruniers en Lorraine in Journ. de botan. I, 1887, S. 315, u. II, S. 255.

sich das Parenchym rötet: diese anfangs rötlichen Flecken färben sich dann braun. Im Juni erscheinen dann auf der Oberseite der Flecken Konidienlager, die auf kleinen Stromata stehen und längliche, vier- und mehrzellige Konidien auf kurzen Sterigmen bilden. Dies ist *Coryneum Beijerinckii*, das mehrfach als Ursache der Gummosis der Kirschbäume betrachtet worden ist, Das dürfte aber schwerlich richtig sein, obwohl die Flecken häufig mit Gummi imprägniert sind. Im Herbst erscheinen dann in den trockenen Flecken Pykniden (*Phyllosticta Beijerinckii*) und im Frühjahr des folgenden Jahres erst die Perithecien, die Vuillemin als *Ascospora Beijerinckii* bezeichnet. Die Mündung ist sehr klein oder fehlt (deshalb von Saccardo als *Asterula* bezeichnet). Manches in dem Entwicklungsgang dieses Pilzes bedarf noch der Klärung und Bestätigung; so ist die Zusammengehörigkeit der Nebenfruchtformen mit der Hauptfruchtform noch nicht über jeden Zweifel erhaben. Vuillemin scheint der Ansicht zuzuneigen, dafs der Pilz nur unter bestimmten Voraussetzungen zum Parasiten wird; zur Bekämpfung empfiehlt er Kupfersalze. Über die Beziehungen des Pilzes zum Gummiflufs haben die Untersuchungen von R. Aderhold[1]) Aufschlufs gegeben. Derselbe stellte zunächst die Identität von *Coryneum Beijerinckii* und *Clasterosporium carpophilum* fest und wies hierauf durch Impfversuche nach, dafs der Pilz, wenn er in Wunden gebracht wurde, eine Gummibildung veranlafst. Allerdings müssen die Wunden so tief sein, dafs sie das Cambium erreichen; bei Impfung auf die blofsgelegte, grüne Rinde zeigte sich keine Gummientwicklung. Es ergibt sich aus diesen Versuchen, dafs der Pilz nur als eine von den vielen Ursachen anzusehen ist, welche bei den Amygdalaceen zum Gummiflufs führen (s. Bd. I), indem er imstande ist, Wunden lange Zeit offen zu erhalten. Wie weit er dabei direkt beteiligt ist, mufs noch näher erwiesen werden, denn Aderhold fand bei seinen Versuchen sowohl Pilzflecken ohne Gummibildung, wie anderseits Wunden mit reichlicher Gummosis ohne Gegenwart des *Coryneum*.

Ausschliefslich Parasiten enthält die Gattung *Stigmatea* Fries, deren Perithecien sehr klein sind und oft nur von der Cuticula bedeckt werden, Die Sporen sind länglich, zweizellig und fast hyalin. Die meisten Arten kommen an Blättern wildwachsender Pflanzen vor (z. B. die häufige *S. Robertiani* Fries in Blättern von *Geranium Robertianum*) und interessieren uns deshalb hier nicht. Nur eine Art, welche die Blattbräune von Birnwildlingen in Baumschulen hervorruft, verdient eine etwas genauere Behandlung[2]). Die Krankheit ist in der Regel schon im Frühjahr bald nach der Entfaltung des Laubes bemerkbar, indem man an einzelnen Blättern äufserst feine, bei auffallendem Lichte stumpfkarminrote, bei durchfallendem Lichte leuchtend rote Flecke zunächst auf der Oberseite, später auch auf der Unterseite wahrnimmt. Das junge, noch weiche Blatt macht dann den Eindruck, als hätte es hier und da äufserst feine Spritztröpfchen erhalten. Bei der Fortentwicklung des Blattes vergröfsern sich die Flecken und verändern sich insofern, als nun das Zentrum eine ganz schwach auf-

[1]) Über *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh. und Beziehungen desselben zum Gummiflufs des Steinobstes in Arb. a. d. Biolog. Abt. am Kais. Gesundheitsamte, II, 1902, S. 515.

[2]) Vergl. Sorauer, Handbuch, 2. Aufl. II, S. 372.

getriebene, kreisrunde, schwarzkrustige Stelle erhält (Fig. 36, *2*). Bei zunehmender Intensität der Krankheit vermehren sich die Flecken, das erkrankte Blatt erscheint nun durchgängig rot bis braun punktiert, bis es durch Verschmelzung der braunen Flecken, welche durch das ganze Blattgewebe hindurchgehen und auf der Oberseite gröfser als auf der Unterseite erscheinen, tief braun gefärbt wird; es krümmt sich nun etwas muldenförmig und fällt schliefslich ab. Auf diese Weise erscheinen die Birnenwildlinge oft schon zu Ende des Juli, mit Ausnahme der jüngsten Spitzen, gänzlich entblättert. Feuchte Sommer erzeugen zwar bei solchen Wildlingen noch einen zweiten, kräftigen Trieb; allein auch bei diesem beginnt das ältere Laub alsbald sich zu bräunen und abzufallen, so dafs immer nur die Zweigspitzen einige Blätter behalten. Die kranken Wildlinge sind deshalb schon aus weiter Ferne durch ihr besenartiges Aussehen oder durch die tiefbraune Färbung ihres Laubes in der Baumschule bemerklich.

Während anfangs in den Flecken nur wenig Pilzmycel nachweisbar ist, entsteht später im abgestorbenen Gewebe ein Mycellager, auf dem Konidien abgeschnürt werden. Es ist leicht, die Entstehung dieser Konidien zu verfolgen. Die aus dem Stroma sich erhebenden, aus drei bis vier ziemlich langgestreckten Zellen bestehenden Äste zeigen zunächst das Endglied der Zellreihe angeschwollen, und bald darauf das zweite, welches die untere Zelle der eigentlichen Konidie darstellt. Beide Zellen färben sich nach ihrer Anschwellung mit Jod dunkler als die beiden übrigbleibenden, zylindrischen Stielzellen. Wenn das Lager älter wird, erscheint die Färbung oft intensiver braun, was von der Farbe der Wandungen und des Inhalts der Epidermiszellen herkommt, die von dem Konidienlager allmählich zusammengedrückt werden, falls sie nicht ganz von den Mycelfäden erfüllt sind. Bisweilen entstehen die Lager unter einer etwas stärkeren Decke, so dafs an der aufreifsenden Cuticula derbes, braunwandiges Pilzgewebe haftet, wodurch es den Anschein gewinnt, als entständen die Konidien in einem Gehäuse. Im reifen Zustande bestehen dann die Konidien meist aus vier kreuzweis stehenden Zellen, die meist mit einer Borste versehen sind und von denen die oberste gröfste eine eirunde, die übrigen dagegen mehr längliche Gestalt besitzen (Fig. 36, *3*). Fuckel hat diese Konidienlager als *Morthiera Mespili* bezeichnet. Saccardo versetzt sie in die Gattung *Entomosporium*. An im Freien liegenden, kranken Blättern hat dann P. Sorauer im Dezember braune Perithecien gefunden, von denen er annimmt, dafs sie zum Entomosporium gehören. Meist sitzen sie entweder zwischen den auseinander gedrängten Zellen des Palisaden-Parenchyms der Oberseite oder zwischen den Epidermiszellen und der oberen Wandung der Palisadenzellen; im ersteren Falle sind sie äufserlich nicht erkennbar; im anderen Falle bildet die Epidermis eine deutliche Auftreibung, da sie bei dem Wachstum der Frucht in einer Ausdehnung von etwa dem dreifachen Kapseldurchmesser von den etwas von oben nach unten zusammengedrückten Palisadenzellen abgehoben wird. Die Schläuche sind keulig und enthalten acht fast farblose, spitz eirunde bis stumpf keulige Sporen, die durch eine Querwand in zwei etwas ungleiche Hälften geteilt werden. Paraphysen finden sich spärlich zwischen den Schläuchen. Der Pilz würde deshalb wohl zur Gattung *Stigmatea* gehören, wo er den Namen *S. Mespili* Sor. zu führen hätte. Im Mai keimen die Sporen aus, und in diese Zeit fallen auch die ersten Blatterkrankungen. Es scheint, als ob die edlen Sorten der Krankheit

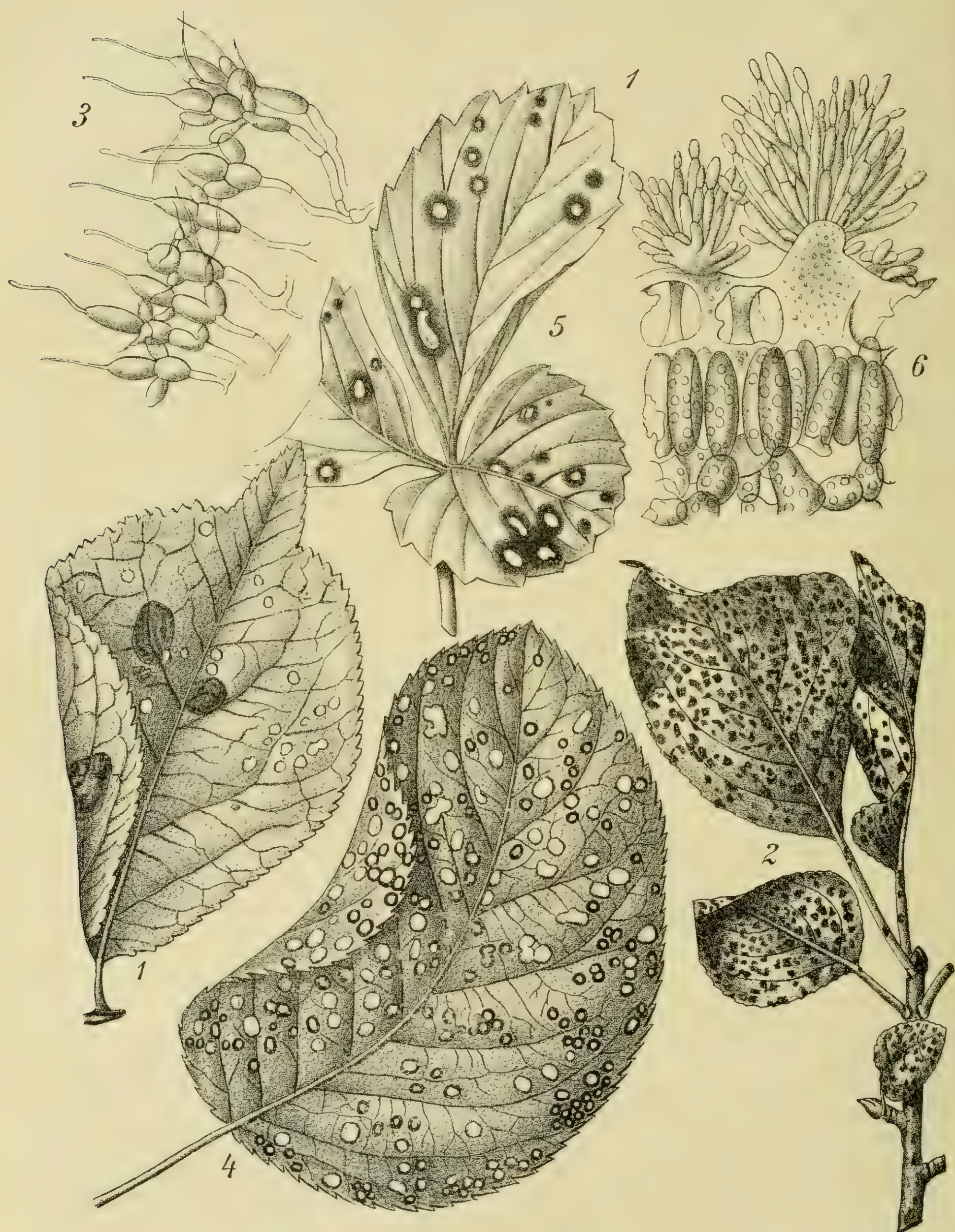


Fig. 36. Erkrankungen durch Pyrenomyceten.

1 Pflaumenblatt mit Stromata von *Polystigma rubrum* (Pers.) DC. *2* Birnenblätter mit Flecken von *Stigmatea Mespili* Sor. *3* Schnitt durch ein Konidienlager von *Entomosporium Mespili* (Fuck.) Sacc. *4* Birnenblätter mit Flecken von *Mycosphaerella sentina* (Fries) Schroet. *5* Erdbeerblätter mit Flecken von *M. Fragariae* (Tul.) Lindau. *6* Schnitt durch einen Konidienhaufen von *Ramularia Tulasnei* Sacc. *3*, *6* stark vergr., alles übrige nat. Gr. (*1*, *3*, *4* nach Sorauer, *2* nach Kirchner, *5*, *6* nach Tulasne.)

nicht in dem Maſse zugänglich sind wie die Wildlinge. Infolgedessen würde das einzig mögliche Verhütungsmittel das sein, die Wildlinge möglichst tief zu veredeln und die jungen Pflanzen dorthin zu versetzen, wo keine erkrankten älteren Bäume vorhanden sind.

Die viele Arten umfassende Gattung *Mycosphaerella* Johans. besitzt winzig kleine Perithecien, in denen die Schläuche zu Büscheln vereint sitzen. Die Sporen sind eiförmig, zweizellig und meist hyalin; Paraphysen fehlen vollständig. Wenn auch die Perithecien meist erst unter der Epidermis von toten Blättern oder jungen Zweigen entstehen, so wird doch stets, soweit man es weiſs, bereits das lebende Pflanzengewebe von den Pilzhyphen durchzogen. Höchstwahrscheinlich gehören Konidienformen, die man zu *Ramularia*, *Ovularia* oder ähnlichen Gattungen stellt, zu *Mycosphaerella*-Arten; bisher ist allerdings erst in wenigen Fällen der Zusammenhang konstatiert worden. Unterliegt es also kaum einem Zweifel, daſs die allermeisten Arten der Gattung Parasiten sind, so können doch hier nur wenige angeführt werden, weil der Nachweis, daſs das im lebenden Gewebe wuchernde und Konidien erzeugende Mycel zu Mycosphaerella-Perithecien gehört, nicht leicht zu erbringen ist. Es möge zuerst *M. Mori* (Fuck.) Lindau erwähnt werden, die im Frühjahr auf den Maulbeerblättern unregelmäſsig gestaltete, hellbraune, am Rande dunkel gezonte Flecken hervorbringt. Unter der Epidermis werden auf stromatischen Lagern in den Flecken Konidienlager angelegt, die als *Cylindrosporium Mori* Berl. bekannt sind. Im Winter erscheinen auf den abgefallenen Blättern dann die Perithecien des Pilzes. Auf den Blättern vieler Forst- und Nutzbäume (z. B. *Castanea*) tritt *M. maculiformis* (Pers.) Schroet. auf, zu der A. N. Berlese[1]) als Konidienform *Phyllosticta maculiformis* und als Konidienform *Cylindrosporium castanicolum* rechnet. *M. sentina* (Fries) Schroet. verursacht eine sehr häufige Fleckenkrankheit der Birnenblätter und kann bei starkem Auftreten vielen Schaden anrichten (Fig. 36, *4*). Auf den Blättern der Kirschbäume verursacht *Cercospora cerasella* Sacc. rundliche, braune, oft rot umrandete Flecken, die häufig aus dem Blatte ausfallen. In den abgefallenen Blättern überwintert der Pilz und erzeugt dann im Frühjahr die Schlauchgeneration, welche von R. Aderhold[2]) *M. cerasella* genannt wurde. Sehr bekannt ist *M. Fragariae* (Tul.) Lindau, die Ursache der Fleckenkrankheit der Erdbeerblätter. Auf den Blättern der kultivierten Sorten erscheinen im Frühjahr purpurrote, runde Flecken, die oft zusammenflieſsen. In ihrer Mitte trocknet das Gewebe ab und bricht schlieſslich oft aus (Fig. 36, *5*). Es finden sich während des Sommers in den Flecken kleine Mycelanhäufungen, auf denen Sterigmen entstehen, die die Oberhaut des Blattes durchbohren und an ihrer Spitze längliche, meist mehrzellige Sporen reihenweise bilden (Fig. 36, *6*). Das ist *Ramularia Tulasnei* Sacc. Auſserdem finden sich gegen Ende der Vegetationsperiode die Pykniden der *Ascochyta Fragariae* Lib., die Tulasne ebenfalls hierher bringt. Erst im Winter werden die Perithecien gebildet. Man hat auch noch eine zweite Konidienform, *Graphiothecium phyllogenum* Sacc. hierher[3]) ziehen

---

[1]) Il seccume del Castagno in Riv. d. Pat veg. II, Nr. 5—9.

[2]) *Mycosphaerella cerasella* n. sp., die Perithecienform von *Cercospora cerasella* Sacc. und ihre Entwicklung in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XVIII, 1900, S. 246.

[3]) Scribner in Report of the chief of the section of veg. path. for the year 1887, Washington, 1888. Über die anatomischen Verhältnisse vergl. E. Baroni e *Del Guercio* G. in Nuov. Giorn. Bot. Ital. n. s. I, 1894, S. 208.

wollen, ob mit Recht, sei dahingestellt. Bei geringer Ausbreitung wird der Pilz wenig Schaden anrichten, bei starkem Befall aber vermag er den Fruchtertrag herabzudrücken und sogar die Pflanzen abzutöten. In Töpfen kultivierte Pflanzen sind der Erkrankung mehr ausgesetzt als Freilandpflanzen, auch allzu grofse Feuchtigkeit wirkt entschieden prädisponierend. Als Ursache der Lärchennadelschütte sieht R. Hartig[1]) die *M. laricina* an. Auf den lebenden Nadeln bildet der Pilz blaue Flecken und Mycelwucherungen, welche stabförmige Konidien abschnüren; die toten abgefallenen Nadeln lassen die Perithecien reifen. Von tropischen Arten seien *M. Loefgreni* Noack und *M. Coffeae* Noack[2]) erwähnt. Die erstere Art tritt an Blättern, Zweigen, Stacheln und jungen Früchten der Orangenbäume in Südbrasilien auf und bringt charakteristische, fleischrote, später abtrocknende weifse Flecken hervor. Aufser den Perithecien werden auch *Septoria*-Pykniden hervorgebracht. Die zweite Art tritt auf Kaffeeblättern in Brasilien auf, scheint jedoch ebensowenig wie *M Loefgreni* besonderen Schaden zu verursachen. Eine für den Weinstock gefährliche Art erwähnt E. Rathay[3]); ihre Pykniden und Perithecien bildet sie auf den Beeren, die sie dadurch zerstört. Es ist noch nicht bekannt, ob hier eine neue Art oder nur ein merkwürdiges Auftreten einer bereits auf Rebenblättern gefundenen Art vorliegt.

Wir kommen nun zu einem wichtigen Pilz, dessen Pyknidenform als eine Ursache der Herzfäule der Zuckerrüben angesprochen worden ist, während die Perithecienform selten und für den Verlauf der Krankheit ohne Bedeutung ist. Die Krankheit beginnt im Sommer und zeigt sich durch das Schwarzwerden und Vertrocknen der jüngsten Herzblätter. Allmählich geht der Prozess auch auf die älteren Blätter über, indem von den Blattstielen aus, die mit den Herzblättern in engster Berührung stehen, die Fäulnis auf die Spreite übergreift. So kommt es, dafs bisweilen gegen Ende des Sommers die Rüben all ihrer Blätter beraubt sind und erst neue junge Blättchen zu treiben beginnen, wenn die Herbstregen einsetzen. Die Krankheit geht auch auf den Rübenkörper selbst über, indem das Gewebe gebräunt und zum Verfaulen gebracht wird. Die Krankheit kann zwar zum Stillstand kommen, indem die erkrankten Teile durch eine Korkschicht abgetrennt werden, aber die Rübe wird unansehnlich und verliert bedeutend an Gewicht. Die Folge der Erkrankung ist in allen Fällen eine bedeutende Verminderung des Erntegewichtes, die sich leicht aus der Verminderung der Assimilationsstoffe infolge des Absterbens des Blattapparates erklärt, und ferner eine Herabsetzung des Zuckergehaltes der Rüben, indem ein Teil des Rohrzuckers ganz verschwindet, ein anderer zu Traubenzucker reduziert wird. Man hat in den erkrankten Pflanzenteilen Pilzmycel gefunden und daran auch die Pyknidenfruktifikation nachgewiesen. B. Frank[4]) nennt den Pilz *Phoma Betae*; trotzdem dieser

---

[1]) Der Nadelschüttepilz der Lärche, Spaerella laricina n. sp., in Forstl. naturw. Zeitschr. IV, 1895, S. 446.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. X, 1900, S. 321, und XI, 190 , S. 200.

[3]) Eine Sphaerella als Ursache einer neuen Traubenkrankheit in Klosterneuburger Jahresber. 1893, S. XLIX.

[4]) Phoma Betae, ein neuer Rübenpilz in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 1893, S. 90; ferner in Zeitschr. d. Ver. f. die Rübenzuckerindustrie d. Deutsch. Reiches, 1892 und 1893, und in Kampfbuch, S. 129. Vergl. ferner F. Krüger, Die bis jetzt gemachten Beobachtungen über Frank's neuen Rübenpilz Phoma Betae in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, 1894, S. 13.

Autor die ersten gröfseren Untersuchungen über den Schädling angestellt hat, ist er doch schon früher von E. ROSTRUP[1]) als *Phoma sphaerosperma* und von E. PRILLIEUX[2]) und G. DELACROIX als *Phyllosticta tabifica* bezeichnet worden. Die Pykniden des Pilzes sind punktkleine, schwarze Behälter von etwa 0,2 mm Durchmesser, die an der Oberfläche der verfaulenden Pflanzenteile sitzen und in ihrem Innern hyaline, eiförmige Sporen produzieren. Unter dem Einflufs der Feuchtigkeit quellen sie in langen Schleimranken aus der apikalen Öffnung der Pykniden heraus. Bisweilen befinden sich die Pykniden auch auf abgestorbenen Flecken, die an den noch lebenden Blättern sitzen und davon Zeugnis ablegen, dafs der Pilz auch als echter Parasit auftreten kann. Bei der Herzfäule der Zuckerrüben mufs er jedoch nur als ein zwar äufserst häufiger, aber doch nicht steter Begleiter der Krankheit angesehen werden, da SORAUER Anfangsstadien der Erkrankung beobachtet hat, bei welchen jede Pilzvegetation fehlte[3]). Bezüglich der weiteren Entwicklung der Phoma ist zu erwähnen, dafs im Spätherbst nach den Beobachtungen der beiden genannten französischen Forscher die Perithecien an den abgetöteten Blattstielen auftreten. Dies sind braune, kuglige Behälter, die noch kleiner sind als die Pykniden und die länglichen Schläuche enthalten (Fig. 38, *1*). Paraphysen fehlen vollständig. Die Sporen sind länglich und werden durch eine Querwand in zwei ungleich grofse Zellen geteilt. Die Perithecienform gehört nach PRILLIEUX und DELACROIX zu *Mycosphaerella* und ist als *M. tabifica* bezeichnet worden. Aus dem Grunde, weil man diese Schlauchform als zugehörig zur Phoma erkannt hat, wurde die Krankheit bei den Ascomyceten an dieser Stelle behandelt. Für die Erkrankung der Pflanzengewebe selber kommt nur das Mycel in Betracht, das nach FRANK die Wände der Zellen durchbohren und den Plasmainhalt aufzehren soll. Als hauptsächlichste Verbreiter des Pilzes müssen die Phomasporen in Betracht gezogen werden, weil bei der Seltenheit der Schlauchsporen der intensive Befall eines Feldes sich kaum erklären liefse, wollte man die Überwinterung des Pilzes allein den Schlauchsporen zuschreiben.

Man hat der Krankheit für den Rübenbau eine grofse Bedeutung zugemessen, die aber von seiten gewisser Untersucher, namentlich von FRANK, wohl ganz bedeutend überschätzt worden ist[4]). Der Pilz macht sich in den rübenbauenden Ländern in sehr ungleichem Mafse bemerkbar; selbst in demselben Distrikte und auf derselben Ackerbreite kann sein Auftreten ein aufserordentlich ungleichmäfsiges sein. Diese merkwürdige Erscheinung hängt mit gewissen Vorbedingungen zusammen, die erfüllt sein müssen, ehe der Schädling um sich greift. Wohl von allen Beobachtern wird zugegeben, dafs eine Trockenperiode, wie sie häufig der Sommer mit sich bringt, voraufgegangen sein mufs, ehe die Epidemie einsetzt. Durch die Entziehung des Wassers werden die Blätter schlaff und welk und geben in diesem Zustande den besten Boden für den Pilz ab, der die geschwächten Gewebe befällt und ungehindert durchwuchert. Nach FRANK's Versuchen vermögen die Mycel-

[1]) Tidsskrift f. Landoekon., V. ser., VIII, 1888, S. 746, und Plantepatol., S. 566.

[2]) La Pourriture de la Betterave in Bull. Soc. Myc. France VII, 1891, S. 15 u. 23.

[3]) Pflanzenschutz III. Aufl., S. 58.

[4]) W. HOLLRUNG (cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkr. IV, 294, und VII, 124) namentlich macht vielmehr den Boden als den Pilz für die Krankheitserscheinungen verantwortlich.

schläuche in die durch Wasserentziehung geschwächten Rübenteile einzudringen, ebenso wie auch an Stellen absichtlicher Verwundung, keinesfalls aber besitzt der Pilz die Fähigkeit, die gesunden, in vollem Wachstum befindlichen und eine unverletzte Epidermis aufweisenden Blätter zu befallen. Wir haben es also, wie in so vielen Fällen, auch nur mit einer Art zu tun, die fakultativ parasitisch ist. Frank hat das Mycel in künstlicher Nährlösung bis zur Fruktifikation erzogen; allerdings lassen sich daraus kaum Schlüsse ziehen, wie etwa im Freien gekeimte Mycelien saprophytisch ihr Leben fristen. Wenn eine Verhütung der Krankheit möglich ist, so müfste sie dadurch erfolgen können, dafs man vermeidet, die Pflanzen durch den Wassermangel disponiert zu machen. Nur in den wenigsten Fällen dürfte es möglich sein, durch ausgiebige Bewässerung eines Feldes den gewollten Effekt zu erzielen, weil gesteigerte Wasserzufuhr nicht blofs Geld kostet, sondern auch Gefahren anderer Art, wie z. B. Fäule der Rüben, mit sich bringt. Besser dürfte es deshalb sein, von vornherein auf allzu sehr der Austrocknung ausgesetzten Ackerbreiten den Rübenbau einzustellen. Viel durchgreifenderen Erfolg versprechen dagegen andere Mittel. Wenn die Rüben nämlich zur normalen Zeit ausgepflanzt sind, so wird um den Beginn der sommerlichen Hitze, also etwa im Juni, der Blattapparat am kräftigsten entwickelt sein und des meisten Wassers bedürfen. Wenn nun Wassermangel eintritt, so erfolgt schnelles Welken der Blätter und damit das Eintreten der Disposition für den Pilz. Man kann nun dadurch, dafs man die Rüben spät setzt, also etwa Anfang Juni oder Ende Mai, die Entwicklung des Blattapparates derartig beschränken, dafs zur Zeit der gröfsten Hitzegefahr das Wasserbedürfnis der Blätter noch kein allzu hohes ist. Ferner könnte man auch durch Abschneiden der älteren Blätter die Angriffsfläche des Pilzes aufs äufserste beschränken. Beide Mittel, sowohl das Spätpflanzen wie die Entblattung, haben gute Erfolge erzielt, wenn auch nicht zu leugnen ist, dafs durch die Zerstörung des assimilatorischen Apparates, der erst wieder durch Austreiben der Knospen ersetzt werden mufs, der Ernteertrag herabgesetzt wird; dagegen wird der Zuckergehalt nicht vermindert, sondern eher vermehrt. Zur Bekämpfung hat man ferner versucht, durch kräftige Düngung die Pflanzen widerstandsfähiger zu machen, indessen ist der erhoffte Erfolg fast durchweg ausgeblieben, und zwar aus einem sehr einfachen Grunde. Durch die Düngung wird natürlich der Blattapparat zur möglichst kräftigen Entwicklung gebracht; tritt also Trockenheit ein, so ist die Fläche, die die Pflanze dem Pilze bietet, um so gröfser, und es tritt deshalb gerade der gegenteilige Effekt ein. Besondere Beachtung haben in dieser Beziehung die Praktiker der Düngung mit Scheideschlamm aus den Zuckerfabriken geschenkt, weil ja dieses Mittel in Rübengegenden sich leicht und billig beschaffen läfst. Man hat [1]) aber stets gefunden, dafs Kalk und Scheideschlamm das Auftreten der Herzfäule auffällig begünstigen, wahrscheinlich deswegen, weil sie das Austrocknen des Bodens fördern. In trockenen Lagen sind deshalb derartige Düngemittel unter allen Um-

[1]) Vergl. W. Richter, Über die Beziehungen des Scheideschlammes zum Auftreten der Herzfäule der Rüben in Zeitschr. f. Pfanzenkr. V, 1895, S. 51; ferner O. Sasse, Einige Beobachtungen aus dem praktischen Betriebe betreffs Auftretens der Herz- oder Trockenfäule, ebenda IV, S. 359, vergl. auch P. Sorauer, ebenda VI, S. 338.

ständen zu vermeiden. Was sonst als Gegenmittel empfohlen ist, wie tiefes Umackern des Bodens, verhältnismäfsig dichtes Setzen der Pflanzen usw., darüber ist vorläufig ein allgemein gültiges Urteil noch nicht möglich. Dasselbe ist auch der Fall mit der Annahme, dafs die Rübensorten nicht gleich empfänglich sind. So beobachtete W. Bartos[1]), dafs Rüben mit aufwärts gerichteten, krausen Blättern oder gabelförmigen Wurzeln empfindlicher seien als solche mit glatten, flachen Blättern und tiefgehender Pfahlwurzel.

Die Herzfäule tritt nur selten ganz rein auf; meistens findet man auf den welkenden Herzblättern noch eine ganze Anzahl von anderen Pilzen, die bisweilen als Ursache der Erkrankung angegeben werden, aber nichts weiter als harmlose Saprophyten auf den bereits absterbenden Blättern sind. Dahin gehören *Alternaria tenuis*, *Macrosporium commune*, *Sporidesmium putrefaciens*, *Cladosporium herbarum*, *Periconia pycnospora*, *Epicoccum*-Arten, *Ascochyta*-Arten, *Diplodia beticola* usw. Allerdings kann man mit mehreren der letztgenannten Arten durch Impfversuche Blatterkrankungen hervorrufen; jedoch finden sich solche Verhältnisse, wie sie bei künstlichen Pilzkulturen gegeben werden, in der freien Natur nur in seltenen Fällen.

An dieser Stelle müfste auch die Schwärze des Getreides ihre Erwähnung finden, da als Perithecienform zu dem Schwärzepilz ebenfalls eine *Mycosphaerella* gehört. Ich ziehe es aber vor, die verschiedenen Schwärzen gemeinsam bei *Cladosporium* zu behandeln und verweise auf dies spätere Kapitel.

Ähnliche Perithecien, aber mauerförmig geteilte Sporen besitzt *Pleosphaerulina* Passer. Erwähnt sei von dieser Gattung nur *P. Briosiana*, die G. Pollacci[2]) als Ursache einer Blattfleckenkrankheit der Luzerne in Oberitalien nachgewiesen hat.

Wir kommen nun zu einer wichtigen Krankheit der Reben, die unter dem Namen Black-rot oder Schwarzfäule der Trauben bekannt und gefürchtet ist. Wenn die Beeren etwa zwei Drittel ihrer normalen Gröfse erreicht haben, so beginnen sich mifsfarbige, braun werdende Flecken zu zeigen, die sich über die ganze Beere verbreiten (Fig. 37, *5*). Sie trocknet dadurch vollständig unter starker Schrumpfung der Oberhaut zusammen und bildet einen harten Körper, indem zuletzt die Haut dicht den Kernen aufliegt. In Form kleiner, schwarzer Pusteln treten dann auf den kranken Beeren die Pykniden eines Pilzes auf, den wir nachher näher betrachten werden. Obgleich die Krankheit gewöhnlich nur die Beeren befällt und auch meist im Anfang nur einzelne einer Traube, so kommt es doch zuweilen vor, dafs auch die Blätter erkranken. Es erscheinen auf ihnen scharf umrandete Flecken von bedeutender Gröfse, in denen die Blattsubstanz dürr und abgetötet erscheint, während als schwarze Pusteln wieder die eingesenkten Pykniden sichtbar werden (Fig. 37, *6*). Man hat auch auf jungen Reben (Fig. 37, *7*), die Fruktifikationsorgane des Schmarotzers gefunden, doch scheint er altes ausgereiftes Holz nicht zu befallen; gleichwohl gibt Viala an, dafs er die Pykniden noch auf Trieben von ziemlicher Dicke gefunden habe. Die Krankheit ist in Nordamerika seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts

---

[1]) Einige Beobachtungen über die Herz- und Trockenfäule in Zeitschr. f. Zuckerindustrie in Böhmen XXIII, 1899, S. 323.

[2]) Sopra una nuova malattia dell' erba medica in Atti ist. bot. Pavia, VII, 1901.

bekannt geworden und wurde vielfach studiert, so von L. Scribner[1]) und später von mehreren französischen Forschern.

Ursprünglich kannte man nur die Pyknidenform des Pilzes, bis Bidwell und nach ihm Ellis an überwinterten Beeren die Perithecien fanden, die von Saccardo als *Physalospora Bidwellii* bezeichnet wurden. Die Perithecien sind schwarz, kuglig und entstehen, indem die Pykniden nach Verschwinden ihres Konidienlagers an ihrem Grunde die Asken zu bilden beginnen. Wir haben also hier den nicht häufig beobachteten Fall, dafs die Perithecien nicht als besondere Behälter angelegt werden, sondern nur umgewandelte Pykniden darstellen. Die Schläuche entstehen am Grunde des Gehäuses als kompakte Masse und haben keine Paraphysen zwischen sich; deswegen nahmen Viala und Ravaz die Species zu *Laestadia* bei den Mycosphaerellaceen hinüber. Da nach den Gesetzen der Priorität der Name *Laestadia* bei den Pilzen aufgegeben werden mufs, weil eine ältere Kompositengattung diesen Namen bereits mit Recht trägt, so wurde von den beiden Autoren die Gattungsbezeichnung *Guignardia* gewählt, unter der der Pilz jetzt allgemein als *G. Bidwellii* (Ell.) Viala et Rav. bekannt ist (Fig. 38, *2*). Viel bekannter als die nicht immer auftretende Perithecienform des Pilzes sind die Nebenfruchtformen, welche stets vorhanden sind. Wenn das Mycel eine Zeitlang im Gewebe der Beeren oder des Blattes gewuchert hat, so bringt es auf den eintrocknenden Flecken die Pykniden hervor. Diese stellen schwarze, runde, punktfeine, kuglige Behälter dar, die an der Spitze mit einer runden Ausmündungsöffnung versehen sind. Man unterscheidet zweierlei Arten von Pykniden, welche sich aber äufserlich durchaus gleichen und nur durch die in ihnen gebildeten Sporen verschieden sind. Die Mikropykniden erzeugen stäbchenförmige, 5,5 μ lange und 0,5 μ dicke Sporen, die Makropykniden dagegen eiförmige, 4,5 bis 9 μ lange und 1 bis 4 μ dicke Sporen. Die letzteren Behälter sind allgemein unter dem Namen *Phoma uvicola* Berk. et Curt. bekannt, während die ersteren von Engelmann den Namen *Naemaspora ampelicida* erhalten hatten. Die eiförmigen Sporen werden in Form von Ranken aus den Pykniden ausgestofsen; sie keimen sofort wieder und verbreiten während der Vegetationsperiode die Krankheit sehr schnell weiter. Nachdem im Herbst die Produktion der Sporen auf dem das Innere der Pyknide völlig auskleidenden Hymenium aufgehört hat, bildet sich am Grunde des Gehäuses im Frühjahr das Gewebe aus, das die Schläuche hervorsprossen läfst; es wandeln sich also die Pykniden direkt in die oben beschriebenen Perithecien um. Man hat nun aufser den angeführten Fruktifikationsorganen noch andere beobachtet, welche allerdings nicht immer aufzutreten pflegen. So wurde bereits von P. Viala eine Dauerform in Gestalt von Sclerotien, also von schwarzen, körnchenartigen Körpern, beobachtet, die namentlich an Trauben entstand, welche längere Zeit von Erde bedeckt waren. Auf solchen Sclerotien, aber auch an den Pykniden, hat nun G. Delacroix[2]) eine Konidienform be-

[1]) Report of the fungus diseases of the grape vine. Dep. of Agric. Sect. of Pl. Path., Washington 1886; ferner P. Viala, Les maladies de la vigne, Paris; E. Rathay, Der Black-Rot (cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkr. I, 306); F. v Thümen, Die Black-rot-Krankheit der Weinreben in Allgemeine Weinzeitung 1891; A. Prunet, Recherches sur le Black-Rot de la vigne in Rev. génér. de Botan. X, 1898, S. 127, 404; L. Ravaz et A. Bonnet, Recherches sur le blackrot (cfr. Zeitschr f. Pflanzenkr. X, S. 229).

[2]) Sur une forme conidienne du champignon du Black-rot in Bull. Soc. Myc. de France XVII, 1901, S. 133, und XIX, S. 128.

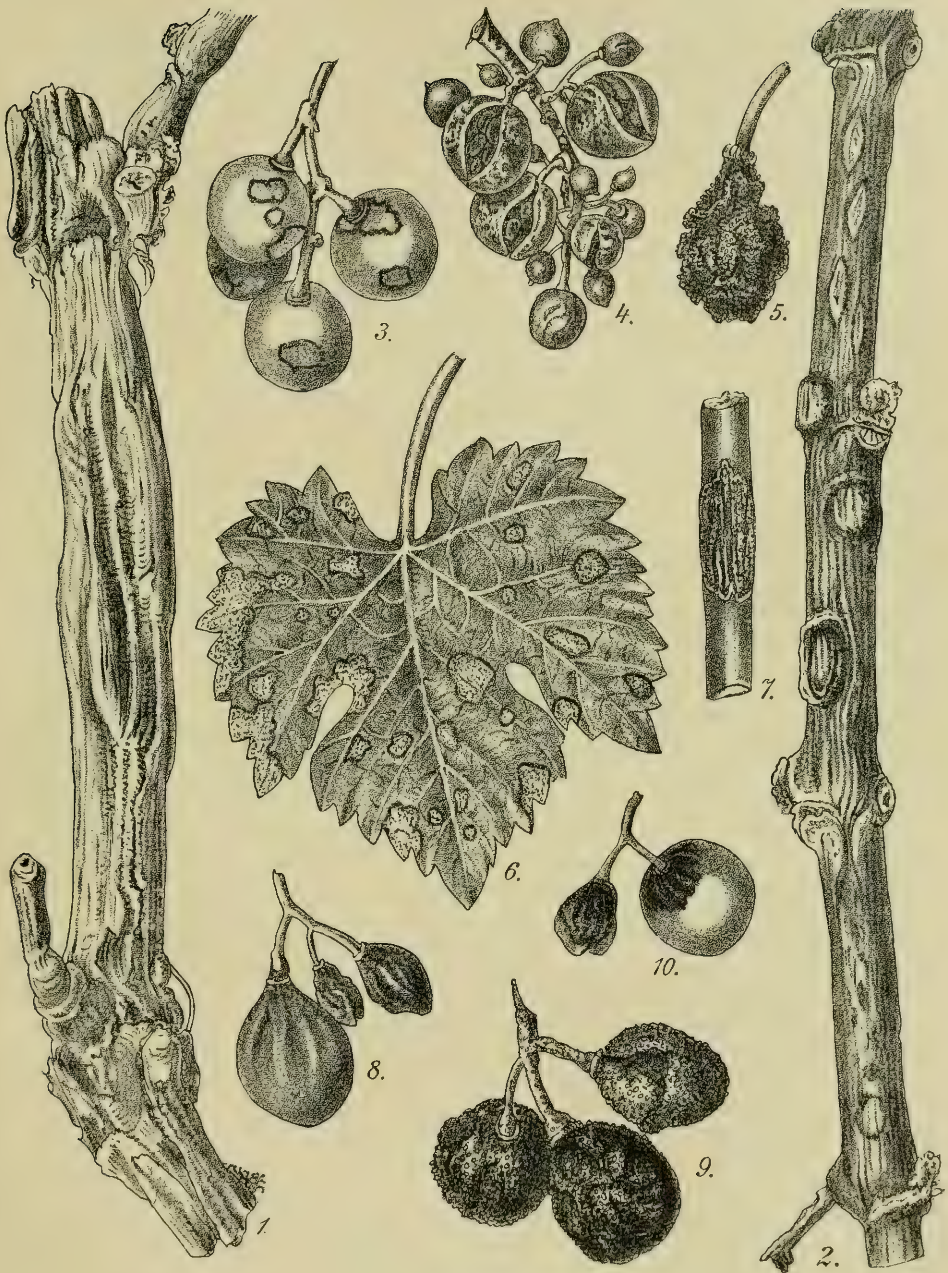


Fig. 37. Rebenkrankheiten.

1—4 Anthraknose durch *Spaccloma ampelinum*, *1* an zweijährigem, *2* an einjährigem Holz, *3* befallene Weinbeeren, *4* von Meltau (*Uncinula necator*) befallene Traube. *5—7* Black-rot durch *Guignardia Bidwellii*, *5* chagrinierte Beere, *6* Blatt mit Pykniden, *7* junges Holz mit Pykniden, *8* Falscher Meltau (*Peronospora viticola*) auf jungen Beeren, *9* kürzlich an White-rot erkrankte Beere mit den Pykniden von *Charrinia Diplodiella*. *10* durch *Cladosporium Roesleri* pflaumenblau gefleckte Beeren. (*1*, *2* nach Viala und Pacottet, das übrige nach Rathay.)

obachtet, die in Form braungrüner, äufsert zarter Rasen auftritt. Die kurzen Träger besitzen kleine, abstehende Zweige, durch die der Träger fast ein geweihartiges Aussehen erhält. Alle Enden erzeugen an der Spitze eine eiförmige, braune Konidie, die meist ungeteilt bleibt. Der Konidienträger nähert sich also etwa dem Typus von Cladosporium. Bereits SCRIBNER hatte diese Konidienform gesehen, während VIALA sie als nicht zum Black-rot Pilz gehörig betrachtete. Dem gegenüber hat aber DELACROIX durch Impfversuche nachgewiesen, dafs sich in Trauben, die mit diesen Konidien geimpft waren, Sclerotien und Pykniden entwickeln. Endlich hat VIALA[1]) noch eine weitere Konidienform vom Typus eines *Verticillium* beobachtet, die aber gewifs nicht in den Entwicklungskreis gehört, sondern nur zufällig sich eingefunden hat.

Wie aus dem geschilderten Entwicklungsgang hervorgeht, beeinträchtigt der Pilz das Leben des Stockes nicht, da die eigentlichen leitenden Organe nicht angegriffen werden und das Ausreifen des Holzes nicht gehindert wird. Trotzdem aber ist der Schaden, der durch das Vernichten der Beeren angestiftet wird, ein sehr grofser, da häufig bei der schnellen Ausbreitung des Pilzes die gesamte Ernte innerhalb weniger Wochen zerstört wird. Nachdem man in Nordamerika bereits auf diesen gefährlichen Feind der Beeren aufmerksam geworden war, wurde er in Frankreich 1885 zum ersten Male im Departement l'Hérault nachgewiesen. Seitdem hat er in den französischen Weingebieten immer weiter um sich gegriffen; doch scheinen die energischen Bekämpfungsmafsregeln, die seither getroffen worden sind, den gröfsten Schaden verhindert zu haben. Nach BRIOSI soll der Black-rot auch in Italien vorkommen. In den deutschen und österreichischen Weingegenden ist der Pilz bisher nicht aufgetreten, da sich die Ansicht v. THÜMEN's, dafs er auch im österreichischen Litoralgebiet vorhanden sei, nicht bestätigt hat. Dagegen zeigte er sich plötzlich um 1896 im Kaukasus, wo die Krankheit seither sich weiter ausgebreitet hat. Es ist mit aller Sicherheit anzunehmen, dafs der Pilz von Nordamerika her eingeschleppt wurde, da gerade nach Frankreich sehr viele amerikanische Reben, weil sie reblausfest sind, eingeführt worden sind.

Der Pilz befällt fast alle Rebensorten gleichmäfsig, so dafs keine ganz immun erscheint. Gewöhnlich tritt die Krankheit an den Blättern und Stengeln im Juni, an den Trauben in der ersten Hälfte des Juli auf, wenn die Beeren etwa Erbsengröfse erreicht haben, und breitet sich, solange trockenes Wetter herrscht, nur langsam aus. Setzt aber eine feuchte, heifse Witterungsperiode ein, so können innerhalb weniger Tage die sämtlichen Trauben eines Gebietes befallen und vernichtet werden. Für die Bekämpfung der Krankheit ergibt sich in erster Linie die Notwendigkeit, alle erkrankten Trauben zu entfernen und zu verbrennen. Man hat, namentlich für Tafeltrauben, auch vorgeschlagen, die jungen Trauben vor der Infektion mit einem Papierbeutel zu umgeben und sie so vor dem Pilze zu schützen. Für die europäischen Länder dürfte das Verbot der Einführung amerikanischer Reben, oder aber, da sich dasselbe kaum durchführen läfst, wie ein Versuch 1891 in Österreich gezeigt hat, eine genaue Kontrolle der Reben empfehlenswert sein. Da sich die Pykniden nur höchst selten auf altem ausgereiftem Holze gefunden haben, so dürfte die Gefahr der Einschleppung

[1]) Les maladies de la vigne, Paris, 3. ed.

auf das geringste Mafs zurückgeführt werden können, wenn alles unreife Holz an den Reben abgeschnitten und vernichtet wird. Aber trotz aller Vorsicht wird sich die Einbürgerung des Schädlings nicht vermeiden lassen, sobald er nur günstige klimatische Bedingungen trifft; das scheint aber für den gröfsten Teil des mitteleuropäischen Weingebietes nicht der Fall zu sein, obwohl A. PRUNET die Ansicht ausspricht, dafs der Witterungscharakter in den letzten Jahren in Südfrankreich sich dem feuchtheifsen Klima der nordamerikanischen Weinbaugebiete zu nähern scheint. Ist die Krankheit einmal aufgetreten, so müssen auch Verhütungsmittel ergriffen werden, um die Verbreitung der Krankheit zu verhindern. Die ausgedehntesten Versuche mit Spritzmitteln hat B. F. GALLOWAY[1]) angestellt und gefunden, dafs Bordeauxbrühe ein sehr gutes Vorbeugungsmittel ist. Allerdings ist die Anwendung nicht einfach, denn nach den Erfahrungen der französischen Phytopathologen sollen mindestens fünf Bespritzungen im Juni und Juli notwendig sein, um die Krankheit fernzuhalten. Ferner mufs die Konzentration eine höhere sein, als sie bei der *Plasmopara* zur Anwendung kommt, nämlich 2 bis 3 %. Trotzdem aber läfst sich die Krankheit auch dadurch nur schwer vollständig abhalten[2]), und viele Praktiker verwerfen deshalb die Kupfersalze und behalten nur das sorgfältige Vernichten der erkrankten Beeren bei.

Als die Black-rot-Krankheit vom Kaukasus bekannt geworden war, untersuchten E. PRILLIEUX und G. DELACROIX[3]) den dortigen Pilz genauer und fanden, dafs er sich von der französischen *Guignardia Bidwellii* durch konstante Merkmale unterscheidet. Während nämlich diese Art ihre Schlauchfrüchte durch Umwandlung der Pykniden im Frühjahr hervorbringt, finden sich von der neuen Art die Perithecien bereits im Herbst zwischen den Pykniden. Die Perithecien besitzen im Gegensatz zum echten Black-rot-Pilz einen verlängerten Halsteil, die Schläuche sind länger und deutlich gestielt. Die Schlauchsporen besitzen eine gröfsere Länge und sind gröfstenteils etwas gebogen, meist sind sie 16 bis 20 μ lang und 5 bis 7 μ breit. Die zugehörigen Pykniden, die unter dem Namen *Phoma reniformis* (= *Ph. flaccida*) bereits bekannt waren, produzieren nicht eiförmige Sporen wie *Ph. uvicola*, sondern länglich-spindelförmige, beidendig etwas abgerundete, häufig etwas gebogene Sporen. Während die beiden französischen Forscher dem Pilze den Namen *Guignardia reniformis* (Viala et Ravaz) gaben, wies A. DE JACZEWSKI[4]) nach, dafs der Pilz bereits früher von CAVARA beobachtet und zu *Physalospora* gestellt wurde. Sein jetziger Name ist daher *G. baccae* (Cav.) Jacz. Auch in Frankreich wurde von PRILLIEUX und DELACROIX der neue Schädling nachgewiesen. Die Ansicht der beiden Forscher, dafs der kaukasische Black-rot nur durch *G. baccae* hervorgerufen werde, wurde von A. DE JACZEWSKI[4]), N. v. SPESCHNEW[5]), M. WORONIN[6]) als irrig nachgewiesen, obwohl der Hauptanteil der Schädigungen diesem Pilze

[1]) Report on the experiments made in 1891 in the treatment of plant diseases. U. S. Dep. of Agriculture. Div. of Veg. Pathol. Bull. Nr. 3. Washington 1892.

[2]) Vergl E. RATHAY, Die amerikanische Rebe, die Ursache der Weinbaukatastrophen in Die Weinlaube 1898, Nr. 1—18.

[3]) Sur une maladie des raisins des vignes du Caucase in Compt. rend. CXXX, 1900, S. 298.

[4]) Über die Pilze, welche die Krankheit der Weinreben „Black-Rot“ verursachen in Zeitschr. f. Pflanzenkr. X, 1900, S. 257.

[5]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. XI, 1901, S. 83.

[6]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. VIII, 1898, S. 193.

zugeschrieben werden muſs. Die Symptome der durch die beiden Pilze hervorgerufenen Krankheiten sind absolut identisch. und von auſsen ist kein Unterschied der beiden Erreger wahrnehmbar. L. RAVAZ und A. BONNET[1]) hatten nun aus ihren Impfversuchen den Schluſs gezogen, daſs *Phoma reniformis* kein Parasit sei, sondern ausschlieſslich saprophytisch auftritt, wenn die Trauben bereits durch andere Ursachen in ihrer Lebensenergie heruntergesetzt sind. Diese Ansicht hat sich nicht als richtig halten lassen, da die Impfversuche der russischen Forscher, namentlich von N. v. SPESCHNEW[2]) ergeben haben, daſs die Art genau wie der echte Black-rot-Pilz die gesunden Trauben befällt. Ob *G. baccae* auch in Amerika vorkommt, darüber ist bisher noch nichts bekannt geworden: möglicherweise haben wir es also bei dieser Art mit einer in der alten Welt einheimischen zu tun. Merkwürdigerweise wird in Dagestan eine von Black-rot nicht zu unterscheidende Krankheit von einem ganz anderen Pilze verursacht, nämlich von der durch N. v. SPESCHNEW[3]) entdeckten *Diplodia uvicola* mit zweizelligen Sporen. Nähere Untersuchungen über diese eigentümliche Erkrankung stehen noch aus.

Die Familie der Pleosporaceae zeichnet sich vor den Mycosphaerellaceen durch den Besitz von Paraphysen aus: die Perithecien sind anfangs stets eingesenkt, werden aber später durch Verwitterung und Abblätterung der deckenden Schichten frei und können dann ganz ungedeckt auf dem Substrat stehen. Obwohl die meisten Arten Saprophyten sind, leben doch viele von ihnen während der Ausbildung ihrer Nebenfruchtformen im lebenden Gewebe und bringen erst nach dem Absterben der befallenen Pflanzenteile die Perithecien hervor. Zu erwähnen wäre zuerst die Gattung *Physalospora* Nieſsl, die äuſserlich der *Guignardia* ähnlich ist, sich aber von ihr durch die stets einzelligen Sporen und die vorhandenen Paraphysen unterscheidet. E. PRILLIEUX und G. DELACROIX[4]) geben an, daſs *Ph. abietina* die Nadeln von *Picea excelsa* in den Vogesen abtötet. Auf *Cattleya*-Arten in französischen Gewächshäusern tritt häufig schädigend das *Gloeosporium macropus* Sacc. auf, das von L. MANGIN[5]) genauer untersucht wurde. Das Mycel wuchert im Stengel und erweicht das Gewebe unter gleichzeitiger Gelbfärbung. Am toten Gewebe bilden sich dann die Konidienlager des Gloeosporium aus, dessen Sporen durch Bordeauxbrühe oder 2 % β-Naphthol an der Keimung verhindert werden. Zu dieser Konidienform gehört, wie MAUBLANC und LASNIER[6]) nachwiesen, als Schlauchform die *Ph. Cattleyae.*

Ungleich wichtiger ist die Gattung *Venturia* Ces. et de Not., weil gewisse Arten davon die Schorfkrankheiten des Obstes hervorrufen. Die Perithecien sind eingesenkt und tragen am Scheitel steife, dunkle Borsten; die zweizelligen Sporen sind anfangs farblos und werden später olivengrün bis gelbbraun. Hauptsächlich kommen zwei Arten in Betracht: *V. pirina* Aderh. auf Birnen und *V. inaequalis* (Cooke)

[1]) Sur le parasitisme du Phoma reniformis in Compt. rend. CXXX, 1900, S. 590.

[2]) Über Parasitismus von Phoma reniformis und seine Rolle in der Blackrot-Krankheit der Weintraube in Zeitschr. f. Pflanzenkr. IX, 1899, S. 257.

[3]) Über Auftreten und Charakter des Black-Rot in Dagestan in Zeitschr. f. Pflanzenkr. XII, 1902, S. 10.

[4]) Note sur une nouvelle espèce de Physalospora etc. in Bull. Soc. Myc. France VI, 1890, S. 113.

[5]) Sur une maladie des Orchidées in Revue hortic. LXIX, 1897, S. 346.

[6]) Sur une maladie des Cattleya in Bull. Soc. Myc. France XX, 1904, S. 167.

Aderh. (Fig. 38, *4*) auf Äpfeln. Beide rufen sehr ähnliche Beschädigungen hervor und besitzen zwei analoge Konidienformen, nämlich jene das *Fusicladium pirinum* (Lib.) Fuck., diese das *F. dendriticum* (Wallr.) Fuck. (Fig. 38, *3*). Auf dem lebenden Gewebe treten nur diese Konidienformen auf, während die Perithecien erst im Frühjahr an dem toten Gewebe sich bilden. Auf den Zusammenhang dieser Fruchtformen hat zuerst R. ADERHOLD[1]) hingewiesen, der auch die übrigen Verhältnisse der Erkrankung in den unten genannten Arbeiten klarlegte. Je nach dem Pflanzenteile, auf dem der Pilz auftritt, sehen die Beschädigungen auch verschieden aus. An den Trieben oder jüngeren Zweigen entstehen, häufiger bei der Birne (Fig. 39, *3*) als beim Apfel, schwarzgrüne Flecken, die durch die hervorbrechenden dunklen Konidienträger sammetartig werden: beim Altern der Triebe werden die befallenen Stellen blasig aufgetrieben und bilden sich zu grindigen Partien um, die erst im dritten oder vierten Jahre ausheilen. Man benennt die Erkrankung häufig nach dieser Art des Zweigbefalles Grind. Auf den Blättern bilden sich durch die oberflächlich hervortretenden Konidienträger schwarze bis schwarzgrüne, ebenfalls sammetartige Flecken, aus denen später stumpfe, mifsfarbige, aber meist nicht absterbende Stellen entstehen. Bei den Birnblättern treten diese Flecken hauptsächlich unterseits, bei den Apfelblättern (Fig. 39, *6*) oberseits auf. Endlich finden sich an den Früchten ähnliche schwarzgrüne Flecken, die später in der Mitte bräunlich trocken erscheinen und schwarz umrandet sind: ihres Aussehens wegen nennt man sie Schorf- oder Rostflecken, bisweilen auch Regen- oder Wasserflecken (Fig. 39, *2, 5*). Der Schaden, der von diesen Pilzen dem Obstbau zugefügt wird, hat bis vor kurzem nicht die richtige Beachtung gefunden; erst in den letzten Jahren hat die Überzeugung immer mehr Platz gegriffen, dafs wir es in ihnen mit den gefährlichsten Feinden unserer Obstkultur zu tun haben. Die Erkrankungen der Triebe führen zwar nicht notwendig zum Absterben, aber das Wachstum wird gehemmt, die Spitzen vertrocknen, und der Baum verkümmert manchmal durch Auftreten dieser Spitzendürre. Besonders gefährlich wird der Grind in den Baumschulen. Den Blättern werden die Schorfpilze nicht immer verhängnisvoll; wenn sie aber massenhaft auftreten, so wird die Ernährung des Baumes durch Verkümmerung seiner wichtigsten Ernährungsvermittler erschwert und die Fruchtbildung vermindert. Bei starkem Befall werden oft schon mitten im Sommer die Blätter abgeworfen; wenn auch natürlich neue gebildet werden, so geschieht dies stets auf Kosten der Gesundheit und des Fruchtansatzes. An den Früchten endlich schadet der Pilz besonders in der Jugend; entweder fallen sie verkrüppelt frühzeitig ab oder geben durch die Wundenbildung Veranlassung zur Fäulnis. Bei den ausgewachsenen Früchten wird der Marktwert infolge der Schorfbildungen ganz bedeutend herabgesetzt, ganz abgesehen davon, dafs auch das Gewicht und wahrscheinlich der Geschmack der Früchte ganz erheblich leiden. Die Überwinterung des Pilzes geschieht besonders in den grindigen Trieben und

[1]) Über die Fusicladien unserer Obstbäume in Landwirtsch. Jahrb. XXV, 1896, S. 875, u. XXIX, 1900, S. 542; Revision der Species Venturia chlorospora, inaequalis und ditricha in Hedwigia 1897, S. 67; Ein Beitrag zur Frage der Empfänglichkeit der Apfelsorten für Fusicladium dendriticum usw. in Arb. Biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtsch. am Kais. Gesundheitsamt, II, 1905, S. 560; Aufforderung zum allgem. Kampf gegen die Fusicladium- oder sog. Schorfkrankheit des Kernobstes in Flugblatt des Kais. Gesundheitsamtes 1902.

auf den zu Boden gefallenen Blättern; auch an gesunden Trieben finden sich Vegetationen davon, die im Frühjahr zur Neuinfektion beitragen. Im Frühjahr werden an den abgefallenen Blättern gebildet die Perithecien, deren Sporen von neuem die jungen Blätter am Baume infizieren.

Die Konidienträger des Fusicladium erheben sich von einem flachen, stromaartigen, den Geweben der Nährpflanze oberflächlich eingewachsenen, dunkelfarbigen Lager und bilden eine dicht stehende Schicht; am Ende erzeugen sie dunkel gefärbte, meist zweizellige Konidien. Gewöhnlich sind die Sporen ellipsoidisch bis länglich, doch treten bei *F. dendriticum* (Fig. 39, *7*, *8*) auch rüben- oder birnenförmige Formen auf, die zur Aufstellung einer besonderen Art, *Napicladium Soraueri* v. Thüm., Anlaſs gegeben haben. Bei *F. pirinum* (Fig. 39, *4*) sind an den Mycelpolstern auf den Zweigen auch Pykniden [1]) im Winter gefunden worden, in denen hyaline, stäbchenförmige Sporen abgeschnürt werden. V. Peglion [2]) hat die Entwicklung des Birnenschorfes ebenfalls studiert, doch hat er weder die Pykniden noch die Asken gefunden, dafür aber genauer beschrieben, wie die Konidien auskeimen und die Keimschläuche in die Blätter und Triebe eindringen. Die erste genaue Beschreibung und Abbildung der Konidienpolster und der durch sie verursachten Beschädigungen der Früchte rührt von Sorauer her [3]).

Bei dem bedeutenden Schaden, den die beiden Schorfpilze alljährlich anrichten, hat man frühzeitig begonnen, nach Mitteln zur Bekämpfung und Verhütung sich umzusehen. Da muſs denn zuerst die Frage erörtert werden, ob das Auftreten der Pilze mit den Witterungsverhältnissen des betreffenden Jahres in Zusammenhang gebracht werden kann. Nach R. Aderhold's [4]) Beobachtungen läſst sich allerdings ein solcher Zusammenhang feststellen. Besonders begünstigend wirken kalte und nasse Frühjahre, wie der genannte Autor für 1894 bis 1899 näher erwiesen hat, dagegen verhindert warme und trockene Witterung die Ausbreitung der Pilze ganz wesentlich. Es hängt dies damit zusammen, daſs gerade die jungen Organe am ehesten von den beiden Pilzen befallen werden; je länger nun durch die Ungunst der Witterung das Organ in seiner Entwicklung zurückgehalten wird, um so eher hat der Pilz Gelegenheit zur Infektion. In der langsamen Entwicklung würde also eine Art Prädisposition für den Angriff des Pilzes liegen. Eine solche kann, wie Sorauer anführt, auch durch Spätfröste veranlaſst werden. Neben diesen äuſseren Umständen wirken vielleicht auch innere disponierend, die in der Beschaffenheit der Obstsorten liegen. Indessen muſs dieser Punkt trotz einiger positiven Angaben, wonach bestimmte Apfelsorten mehr befallen werden als andere [5]), doch noch eingehender studiert werden, da R. Aderhold [6]) nach fünfjährigen Beobachtungen

[1]) E. Prillieux et G. Delacroix, Sur la spermogonie du Fusicladium pirinum in Bull. Soc Myc. France IX, 1893, S. 269.

[2]) La ticchiolatura del pero in Riv. di Patol. veget. I, 1892, S. 168.

[3]) Mitteilungen der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation zu Proskau in Monatsschr. Ver. z. Beförd. d. Gartenb. in Preuſs. Staaten. XVIII. Jahrg

[4]) Über die in den letzten Jahren in Schlesien hervortretenden Schäden und Krankheiten unserer Obstbäume und ihre Beziehungen zum Wetter in Schles. Ges. f. Vat. Kult., Sekt. f. Obst- u. Gartenbau, 13. Dec. 1897, und Landwirtsch. Jahrb. 1900.

[5]) Vergl. Hotter in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VIII, S. 125, und Aderhold in dem auf S. 249, Anm. [1]) zuerst genannten Aufsatz.

[6]) Ein Beitrag zur Frage der Empfänglichkeit der Apfelsorten für Fusicladium dendriticum und deren Beziehungen zum Wetter in Arb. Biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtsch. am Kais. Gesundheitsamt, II, 1902, S. 560.

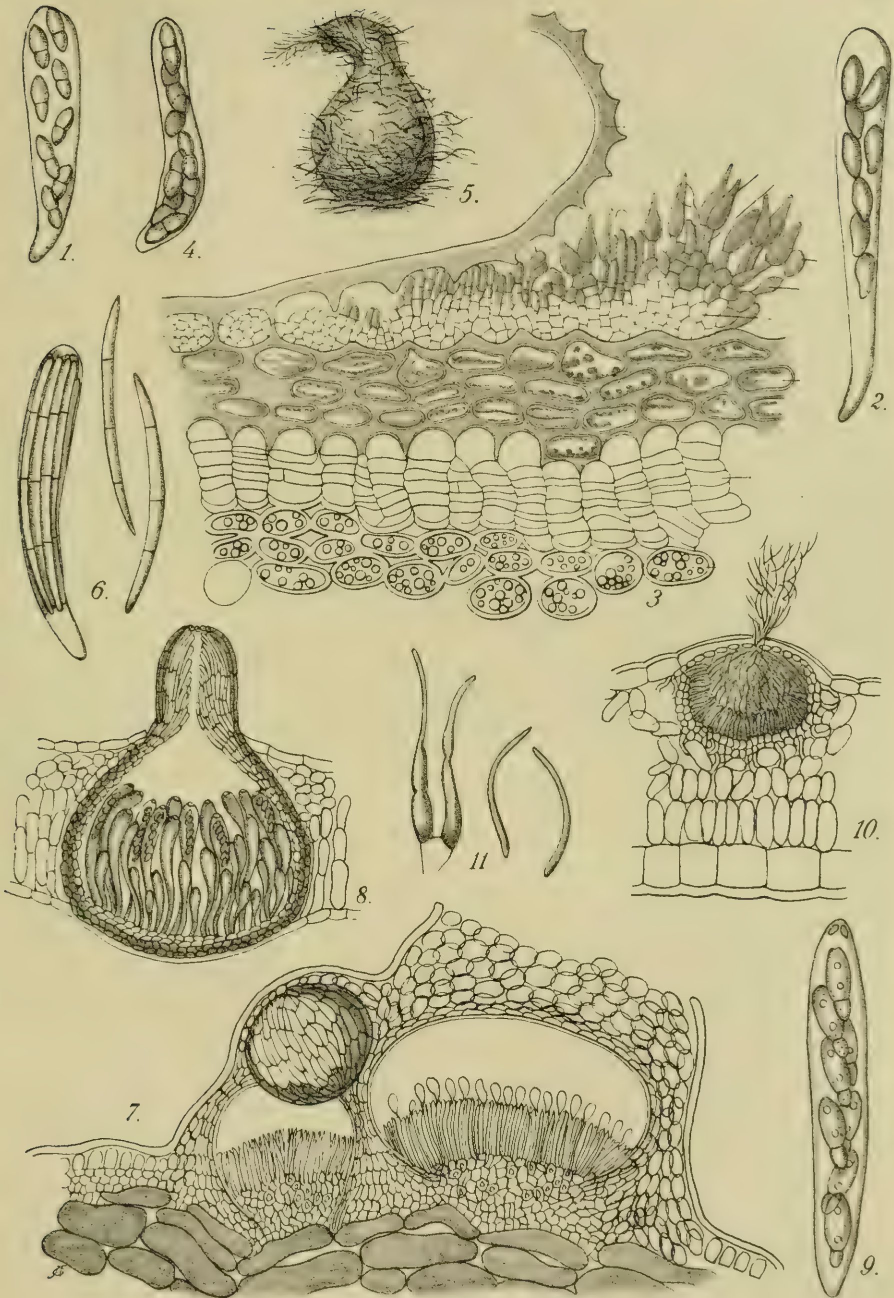


Fig. 38. Typen von Pyrenomyceten.

1 Schlauch von *Mycosphaerella tabifica* Prill., stark vergr. *2* Schlauch von *Guignardia Bidwellii* (Ell.) Viala, stark vergr. *3—4* *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderh. *3* Schnitt durch die Randzone eines Fleckens von Fusicladium, stark vergr. *4* Schlauch, 480:1. *5—6* *Ophiobolus graminis* Sacc. *5* Perithecium, schwach vergr. *6* Schlauch und Sporen, stark vergr. *7* *Charrinia Diplodiella* Viala et Rav. Schnitt durch eine Pyknide, 125:1. *8—11* *Gnomonia erythrostoma* (Pers.) Auersw. *8* Längsschnitt durch ein Perithecium, 200:1. *9* Schlauch, 350:1. *10* Längsschnitt durch eine Pyknide, 260:1. *11* Sterigma aus derselben und Konidien, 600:1. (*1, 2, 5, 6* nach Prillieux; *3* nach Sorauer; *4* nach Aderhold; *7* nach Istvanffy; *8, 10, 11* nach Frank; *9* nach Brefeld.)

an 163 Apfelsorten feststellen konnte, dafs das Befallenwerden in den einzelnen Jahren bei den verschiedenen Sorten wechselt und nur wenige Sorten eine gewisse Widerstandsfähigkeit selbst in Epidemiejahren zeigten. Infolgedessen bleibt vorläufig die direkte Bekämpfung die Hauptsache. In Nordamerika wurden bereits von B. F. Galloway[1]) im Jahre 1891 ausgedehnte Versuche mit Fungiciden angestellt, die das Resultat ergaben, dafs das Bespritzen mit Bordeauxbrühe die Krankheit auffällig vermindert. Seither sind von vielen anderen Seiten[2]) ähnliche Versuche angestellt worden, aus denen sich bestimmte Vorschriften für die Bekämpfung der Schorfpilze haben ableiten lassen. Man spritzt danach die Bäume mit Bordeauxbrühe von 2 % vor der Blüte beim Beginn des Austreibens, mit solcher von 1 % unmittelbar nach dem Abblühen und endlich noch einmal etwa zwei bis drei Wochen später. Auch ein viertes, ja selbst fünftes Bespritzen wird empfohlen, scheint aber nicht gerade in normalen Jahren notwendig zu sein. Aufserdem müssen die abgefallenen Blätter vom Boden entfernt und untergegraben oder auf dem Komposthaufen mit Erde bedeckt werden. Während des Winters sind auch die befallenen Triebe möglichst sorgfältig auszuschneiden und zu verbrennen. Wie wenig indes die Auswahl widerstandsfähiger Sorten aufser Acht zu lassen ist, beweisen solche Fälle, wie sie Sorauer anführt. Es zeigte sich beispielsweise auf sog. Sortenbäumen — d. h. älteren Standbäumen, die auf ihren Ästen verschiedene Sorten aufgepfropft bekommen haben — dafs auf demselben Baume einzelne Sorten pilzbefallen, andere pilzfrei waren. In Baumschulen, welche die verschiedenen Sorten reihenweise nebeneinander kultivierten, beobachtete Sorauer, dafs manchmal eine Sorte zwischen gesunden und gesundbleibenden Reihen in allen Exemplaren erkrankt war. Betreffs der besonders gefährdeten Sorten verweisen wir auf die zweite Auflage (Bd. II, S. 396)

Auf Kirschen findet sich *Fusicladium Cerasi* (Rabh.) Sacc., das seine Konidien kettenförmig abschnürt und deshalb zur Gattung Cladosporium zu rechnen ist. Ob der Pilz mit *Cladosporium carpophilum* v. Thüm., das in Nordamerika und Südeuropa als Feind der Pfirsichkulturen auftritt, identisch ist, steht vorläufig noch dahin. R. Aderhold[3]) hat nachgewiesen, dafs zu dieser Konidienform *Venturia Cerasi* Ad. gehört. Bisher hat die Art nur geringen Schaden gestiftet, doch könnte sie leicht unter günstigen Bedingungen einmal lästig fallen. Von weiteren Venturia-Arten wäre zunächst *V. Crataegi* Ad.[4]) zu erwähnen, welche auf Früchten und Blättern von Crataegus vorkommt und hier Fusicladium-Lager bildet. Auf den überwinterten Blättern entwickeln sich die Perithecien. Auf *Sorbus*-Arten findet sich das

[1]) Report on the experiments made in 1891 in the treatment of plant diseases in U. S. Dep. Div. of Veg. Pathol., Bull. Nr. 3, Washington 1892.

[2]) Z. B. V. Peglion, Osservazioni critiche ed esperienze sopra l'efficacia de composeti cuprici contro la ticchiolatura del pero in Riv. di Patol. veget. III, 1894, S. 15; B. M. Duggar, Some important pear diseases in Cornell Univ. Agric. Exp. Stat., Bull. Nr. 145, 1898; Hotter in IV. Jahresber. der Pomol. Landesversuchs- und Samenkontrollstation, Graz 1897, S. 31, und endlich die Arbeiten von R. Aderhold.

[3]) Arbeiten der Bot. Abt. der Versuchsstation zu Proskau II in Centralbl. f. B. u. Par., 2. Abt, VI, 1900, S. 593, u. Landwirtsch. Jahrb. 1900.

[4]) R. Aderhold, Über Venturia Crataegi n. sp. in Ber. d. D. Bot. Ges. XX, 1902, S. 195, und Kann das Fusicladium von Crataegus und von Sorbus-Arten auf den Apfelbaum übergehen? in Arb. Biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtsch. am Kais. Gesundheitsamt, III, 1903, S. 436.

Fusicladium orbiculatum, dessen Perithecienform als *V. inaequalis* var. *cinerascens* bezeichnet wird. Man könnte vielleicht der Meinung sein, dafs die beiden Arten, besonders aber die letztere, auf Birnen oder Äpfel übergehen könnten, so dafs die Nähe von Crataegus oder Sorbus den Obstgärten verhängnisvoll werden kann. Indessen ist nach ADERHOLD's Impfversuchen die Anpassung eine derartig strenge, dafs die Obstbäume nicht inficiert werden. Auf Wald- und Chausseebäumen finden sich *Venturia ditricha* (Fr.) Karst. (mit *Fusicladium Betulae* Ad.) auf Birkenblättern, *V. Tremulae* Ad. (mit *F. Tremulae* Fr.) auf Zitterpappelblättern und *V. Fraxini* Ad. (mit *F. Fraxini* Ad.) auf Eschenblättern. Von einem *F. Lini* Sor. berichtet P. SORAUER[1]), dafs es in Belgien die Leinpflänzchen angreift; eine Schlauchform ist dazu noch nicht gefunden worden.

Die Gattung *Didymella* Sacc. zeichnet sich durch die eiförmigen, hyalinen, zweizelligen Sporen aus. Als wahrscheinlichen Erreger einer als Rindenbrand zu bezeichnenden Krankheit hat F. NOACK die *D. Citri* angegeben, die in Südbrasilien an den Orangenbäumen vorkommt. Die Krankheit beginnt an eng begrenzten Stellen der Rinde als Pustelbildung; die ergriffenen Rindenpartieen werden abgestofsen, so dafs der Holzkörper entblöfst wird. Durch Überwallung wird die Wunde nicht mehr geschlossen, sondern sie breitet sich weiter um den Stamm herum aus, der dadurch zuletzt vertrocknet. In den frisch erkrankten Rindenteilen wurden Pykniden gefunden, und in der trockenen Rinde treten die Schlauchfrüchte auf. Danach scheint der Pilz eine dem Nectria-Krebs ähnliche Erkrankung zu erzeugen.

Durch braungefärbte Sporen unterscheidet sich die Gattung *Didymosphaeria* Fuck. von Didymella. Von den hierher gehörigen Arten wäre besonders zu nennen *D. populina* Vuill., die von P. VUILLEMIN[2]) und E. PRILLIEUX[3]) für das Absterben der Pyramidenpappeln in Mitteleuropa verantwortlich gemacht wird. Die Krankheit beginnt mit dem Abtrocknen der jungen Zweigspitzen und erstreckt sich von da allmählich über die stärkeren Äste und den Stamm. In der abgestorbenen Rinde finden sich Pykniden vom Typus von Phoma und im Herbst die Perithecien. Aufserdem besitzt der Pilz noch eine Konidienform, deren Mycel die Blätter befällt und sich in den Epidermiszellen zu einer stromatischen Schicht entwickelt; ihrer mehrzelligen Konidien wegen wird sie als *Napicladium Tremulae* (Frank) Sacc. beschrieben. Obwohl diese Konidienform häufiger auf Zitterpappeln als auf Pyramidenpappeln auftritt, gehört sie nach den Versuchen von PRILLIEUX[3]) doch zur Didymosphaeria. Es sind die Ansichten über die Aetiologie der Zweigdürre der Pyramidenpappeln noch keineswegs geklärt; von anderer Seite wird angeführt, dafs als Hauptgrund eine Degenerierung der nur durch Stecklinge fortgepflanzten Pyramidenpappeln anzusehen sei und aufserdem die ungünstige Witterung, die mehrere Jahre hintereinander in den achtziger Jahren geherrscht und eine grofse Frostempfindlichkeit veranlafst hat. Wie weit diese Angaben richtig sind, bedarf noch der Nachprüfung. E. ROSTRUP[4]) hat einen anderen Pilz, die

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. X, 1900, S. 324.

[2]) La maladie du Peuplier pyramidal in Compt. rend. CVIII, 1889, S. 632, und Rev. myc. 1892, S. 22.

[3]) Sur la maladie du Peuplier pyramidal in Compt. rend. CVIII, 1889, S. 1133. und Bull. Soc. Myc. France VIII, 1892, S. 26.

[4]) Cfr. Plantepatologi S. 577.

Phacidiacee *Dothiora sphaeroides* (Pers.) Fries bei seinen Untersuchungen gefunden und macht ihn für das Absterben verantwortlich.

Durch längliche, durch mehrere Querwände mehrfach geteilte Sporen zeichnen sich die Gattungen *Metasphaeria* Sacc. und *Leptosphaeria* Ces. et de Not. aus, von denen gewifs viele Arten noch lebende Pflanzen befallen, wenn auch ihre Perithecien durchgängig erst im toten Substrat auftreten. Erstere Gattung besitzt ungefärbte, letztere braune Sporen. Als Schädling wäre in erster Linie *L. Sacchari* Breda de Haan zu nennen[1], welche die Ringfleckenkrankheit der Zuckerrohrblätter hervorruft. Die Blätter zeigen kleine, mifsfarbene, dunkelbraune oder rötlich gerandete Flecken, in denen die Perithecien des Pilzes im abgestorbenen Gewebe gebildet werden. Auf dem Roggen tritt *L. herpotrichoides* de Not.[2]) bisweilen schädigend auf. Das Mycel bewohnt die Bestockungstriebe des Roggens und geht auch in den Haupthalm über; das Gewebe wird durch das Mycel brüchig, und der Halm bricht deshalb leicht über der Wurzel ab. Schon im Juni beginnt das Reifen der Perithecien (vgl. auch S. 256). Der Pilz ist in den landwirtschaftlichen Kreisen als „Roggenhalmbrecher" gekannt und samt dem „Weizenhalmtöter" (siehe *Ophiobolus*) sehr gefürchtet. Da in neuerer Zeit darauf aufmerksam gemacht worden ist, dafs die genannten Pilze vorzugsweise den bereits vorher anderweitig geschädigten Saaten bei lang andauernder nasser Witterung verderblich werden, so ergibt sich betreffs deren Bekämpfung aufser einem baldigen tiefen Umbrechen der Stoppeln als Hauptsache die Vermeidung aller Umstände, welche die Basis des Halmes schädigen. Dahin gehören aufser den (manchmal äufserlich nicht bemerkbaren) Spätfrostschäden und Fliegenangriffen namentlich auch ein zu dichter Stand. *L. Tritici* (Gar.) Pass.[2]) befällt die Blätter des Weizens und tötet sie, von der Basis des Halmes beginnend, ab. Dem Erscheinen der Perithecien sollen Konidien vom Cladosporium- und Sporidesmium-Typus, sowie Pykniden (*Septoria Tritici*) vorausgehen. Durch das vorzeitige Absterben der Blätter wird der Körneransatz auferordentlich geschädigt. Der Wurzeltöter der Luzerne ist *L. circinans* (Fuck.) Sacc.; unter Umständen kann dieser Pilz beträchtlichen Schaden anrichten; manchmal wütet er auf trockenen Böden, wie WAGNER[3]) feststellte. Der Pilz tritt auch auf anderen Feldpflanzen, wie Kartoffeln, Rotklee, Rüben usw., auf, ohne aber besonderes Unheil anzurichten (s. auch *Rhizoctonia*). Erwähnenswert ist *L. Napi* (Fuck.) Sacc. (*Pleospora Napi* Fuck.), deren Konidienform die Schwärze des Rapses hervorruft (*Sporidesmium exitiosum* Kühn). Auf den Schoten entstehen kleine, punktförmige, schwarze Häufchen, die schnell an Gröfse zunehmen. Das umgebende Gewebe der Schote wird mifsfarbig und schrumpft zusammen, so dafs beim leisesten Druck die Samen ausgestreut werden. An dem schwarzen Mycel entstehen lang-rübenförmige, quergeteilte Sporen, die schnell auskeimen und von neuem Infektionen veranlassen. Auch auf Blättern und Stengeln treten ähnliche Fleckenbildungen auf; im Frühjahr werden an den dürren Stengeln die Perithecien gebildet. Eine Abart des genannten Konidienpilzes var. *Dauci* erzeugt nach J. KÜHN die Schwärze der

---

[1]) Cfr. WAKKER und WENT, Die Ziekten van het Suikerriet op Java, S. 149.

[2]) B. FRANK, Über die in Deutschland neu aufgetretenen Getreidepilze usw. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. V, 1895, S. 10.

[3]) Cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. V, 1895, S. 101.

Mohrrüben. Die Schwärze beginnt an den Blättern und setzt sich auf die Wurzeln fort, sie mit einer braunvioletten genarbten Kruste bedeckend. Ob hierzu ebenfalls eine Leptosphaeria gehört, ist nicht festgestellt. Endlich sei noch die *L. Phlogis* Ritz. Bos erwähnt, die zusammen mit *Septoria Phlogis* nach RITZEMA BOS[1]) *Phlox decussata* schädigt, indem sie die Blätter verkümmern und absterben läfst. Bisher konnte nicht festgestellt werden, welcher der beiden Pilze der Hauptschädiger ist: möglich wäre es übrigens, dafs beide als verschiedene Fruchtformen zusammengehören.

Von den bisher genannten Gattungen unterscheidet sich *Pleospora* Rabenh. durch die mauerförmig geteilten, gelblichen bis braunen Sporen: die kugligen Gehäuse sind anfangs von den obersten Gewebeschichten der Nährpflanze vollständig bedeckt, stehen aber nach deren Verwitterung frei auf dem Substrat. Die bekannteste Art ist *P. herbarum* (Pers.) Rabh. auf den Stengeln, Fruchthülsen sowie seltner den Blättern gröfserer Kräuter; als Konidienform gehört hierzu *Macrosporium commune* Rabh., von welcher Gattung wir später noch Vertreter kennen lernen werden. Auf *P. Hyacinthi* Sor. wird von P. SORAUER[2]) die Schwärze der Hyacinthen zurückgeführt. Die äufseren Schuppen sind mit schwarzen, stumpfen, fest aufsitzenden Überzügen bedeckt, die von einem rotbraunen Mycel gebildet werden. Die Fäden dringen auch in das Innere der Schuppen ein und werden dann fast hyalin. Als Konidienform findet man das *Cladosporium fasciculare* Fries, dessen Konidien sehr bald auskeimen und ihre Keimschläuche in die Gewebe gesunder Zwiebelschuppen entsenden können. Aufserdem finden sich auf demselben Mycel zweierlei Pykniden, nämlich solche mit kleinen farblosen und solche mit gröfseren braunen Sporen. Im Herbst treten dann die Perithecien auf. Untersuchungen von anderer Seite scheinen bisher nicht wieder angestellt zu sein, so dafs ein endgültiges Urteil, ob die angegebene Polymorphie der Fruchtformen richtig ist, noch nicht abgegeben werden kann. Die Krankheit tritt vorzugsweise bei übergrofser Feuchtigkeit auf und befällt die Zwiebeln besonders dann, wenn sie noch nicht völlig ausgereift sind. Das beste Vorbeugungsmittel würde deshalb sein, eine möglichst vollständige Ausreifung der Zwiebeln im Boden zu erzielen. Die Schwärze der Orangenfrüchte wird durch *P. Hesperidearum* Cattan. hervorgerufen. Die Früchte bekommen kleine verfärbte Stellen, die sich ausbreiten und mit einem schwarzen Pulver bedecken. Allmählich schrumpfen die Früchte ein und werden hart. Das Pulver wird durch die Konidien des *Sporidesmium piriforme* Corda erzeugt, zu dem die erwähnte Pleospora als Perithecienform gehören soll. Eine Krankheit der Cichorienpflanze hat E. PRILLIEUX[3]) beobachtet, die sich an den Stengeln und später an den Blättern äufsert. Es entstehen graugelbe Flecken mit unbestimmter braungelber Umrandung; später bleicht das ergriffene Gewebe vollständig aus und zeigt dann die kleinen punktförmigen Pykniden der *Phoma albicans* Rob. et Desm., zu denen nach PRILLIEUX's Beobachtungen *P. albicans* Fuck. gehört, was FUCKEL bereits früher angegeben hatte. Es läfst sich mit

[1]) Twee tot dus onbekende ziekten in Phlox decussata in Tijdschr. over plantenziekt V, 1899, S. 29.

[2]) Handbuch, 2. Aufl., II, S. 340; vergl. auch A. MASSINK, Untersuchungen über Krankheiten der Tazetten und Hyacinthen. Oppeln.

[3]) Sur une maladie de la Chicorée etc. in Bull. Soc. Myc. France XII, 1896, S. 82.

Sicherheit vermuten, dafs aufser den genannten Arten auch noch andere als Pflanzenschädlinge auftreten werden, zu mindestens während der Zeit, wo sie in der Entwicklungsphase der Konidienbildung stehen.

Äufserlich hat die Gattung *Ophiobolus* Riefs mit der soeben besprochenen viel Ähnlichkeit: doch sind die Sporen langfädig und mit vielen Scheidewänden versehen; bisweilen zerfallen die acht Sporen schon im Schlauch in die Einzelzellen, so dafs dann die Schläuche mit vielen kleinen Sporen vollgepfropft erscheinen. Sehr weit verbreitet ist *O. porphyrogonus* (Tode) Sacc.; man trifft die Perithecien, welche in bleichen, oft rötlich umrandeten Flecken stehen, auf den abgestorbenen Stengeln gröfserer Kräuter, besonders häufig auf Kartoffelkraut. Erst seit wenigen Jahren ist *O. graminis* Sacc.[1]) als gefährlicher Getreidefeind bekannt geworden (Fig. 38, *5, 6*). Diese *Piétin, Maladie du Pied,* Fufskrankheit des Getreides genannte Krankheit wurde zuerst in Frankreich beobachtet, trat dann später in Belgien auf und wurde 1894 auch in Sachsen gefunden. Bis zur Blütezeit entwickelt sich das Getreide normal: dann vergilben plötzlich die Blätter, und die Halme vertrocknen. Die Ähren liefern nur schlecht ausgebildete Körner, und die Halme knicken dicht über dem Boden sehr leicht ab. Von Prillieux und Delacroix war als Ursache der genannte Pyrenomycet angegeben worden, dessen Mycel in braunen, mehr oder weniger ausgedehnten Flecken am Grunde des Halmes wuchert. Im Innern des Halmes befinden sich die Fäden in den Zellen: auf der Oberfläche bilden sie stellenweise stromatische, schwarz gefärbte Verflechtungen. Im Frühjahr entstehen auf den abgestorbenen Stoppeln die Perithecien des Pilzes. Die Sporen sind fadenförmig, leicht gekrümmt und durch drei Wände in vier Zellen geteilt. E. Schribaux hat ausgedehnte Versuche angestellt zur Bekämpfung der Fufskrankheit und hat gefunden, dafs frühzeitige Getreidevarietäten weniger widerstandsfähig sind. Das Vernichten der befallenen Stoppeln und das Tränken des Bodens mit Kupfer- oder Eisenvitriollösungen zum Abtöten der Sporen hat keinen Erfolg gehabt; dagegen wurde eine entschiedene Besserung erzielt, wenn der Boden sorgfältig zubereitet und kräftig mit Düngemitteln (Chilisalpeter, Thomasmehl usw.) behandelt wurde. L. Mangin[2]) ist bei seinen Untersuchungen des Pilzes zu Resultaten gekommen, die von denen der obengenannten Forscher wesentlich abweichen. Er hält für den hauptsächlichsten Erreger der Fufskrankheit die *Leptosphaeria herpotrichoides* und schreibt dem Ophiobolus eine sekundäre Rolle als Saprophyt zu. Seine Impfversuche, die für diese Ansicht beweisend zu sein scheinen, wurden später von Delacroix nachgeprüft mit dem Resultat, dafs beide Pilze die gleiche Krankeit hervorzurufen vermögen. Als Nebenfruchtform zieht Mangin ein *Coniosporium* (*rhizophilum?*) zu dem Ophiobolus.

Ein anderer Halmtöter ist *Ophiobolus herpotrichus* Sacc., der fadenförmige, etwa doppelt so lange Sporen wie *O. graminis* hat, sonst aber

[1]) E. Prillieux et G. Delacroix, La maladie du pied du blé etc. in Bull. Soc. Myc. de France VI, 1890, S. 110; G. Delacroix, Sur le piétin des Céréales l. c. XVII, 1901, S. 136; E. Schribaux, Le piétin ou maladie du pied des céréales in Journ. d'agric. pratique II, 1892, S. 317; L. Hiltner, Die Fufskrankheit des Getreides in Sächs. landw. Zeitg. 1894, Nr. 33.

[2]) Sur le piétin ou maladie du pied du blé in Bull. Soc. Myc. France XV, 1899, S. 210.

in seinem Auftreten sich nicht wesentlich unterscheidet. Am gefährlichsten wird der Pilz dem Weizen, den er ohne Unterschied der Varietäten ergreift[1]). Wahrscheinlich tritt die Infektion des Halmes schon bei der Keimung der Weizenkörner ein, und zwar bei früh gesäetem Winterweizen eher als bei spät gesäetem. Allzu grofse Bodenfeuchtigkeit begünstigt das Auftreten des Pilzes, ebenso wie zu starke Düngung die Weizenpflanze weniger widerstandsfähig macht. Als Bekämpfungsmittel wird angegeben, dafs die Stoppeln mit gebranntem Kalk bestreut und dann umgepflügt werden sollen. Auch Fruchtwechsel empfiehlt sich und vorwiegende Düngung mit Phosphorsäure. Wie weit indessen die letztere Mafsregel schützend wirkt, wissen wir noch nicht. Die Krankheit tritt in Italien, Deutschland und Holland bisweilen verheerend auf, und zwar meist in Gesellschaft des anderen *Ophiobolus* und der *Leptosphaeria herpotrichoides*.

Ähnliche Sporen wie Ophiobolus hat die Gattung *Dilophia* Sacc.; aber an jedem Ende der Spore befindet sich ein fädiges Anhängsel. *D. graminis* (Fuck.) Sacc. tritt auf Wiesengräsern häufig auf, ist aber auch schon auf Weizen und Roggen beobachtet worden. Während die Perithecienform ziemlich selten ist, findet man die Pykniden (*Dilophospora graminis* Desm.) um so häufiger. Fuckel zieht als Konidienträger *Mastigosporium album* Riefs hinzu. In Deutschland ist der Pilz noch nicht schädigend aufgetreten, wohl aber in Frankreich und England[2]).

Vielleicht gehört zu den Pleosporaceen auch die Gattung *Gibellina* Passer., die sich durch den Besitz eines eingesenkten, aus fädigen Hyphen bestehenden Stromas auszeichnet und zweizellige, bräunliche Sporen besitzt. Der zuerst von F. Cavara[3]) untersuchte Pilz befällt das Getreide, besonders Weizen, und wurde bisher in Italien und Ungarn beobachtet. Die Halme zeigen auf den Blattscheiden graubraun umrandete, runde, später längliche und zusammenfliefsende Flecken, die mit einer dicken Schimmelbildung filzartig überzogen sind. Die Blätter werden trocken und rollen sich schliefslich ein; Ähren werden nicht angesetzt. Während zuerst auf den Schimmellagern reihenförmig eiförmige Sporen an den Mycelfäden nach dem Typus von Oidium abgeschnürt werden, erscheinen später in den Flecken eingesenkt die Perithecien. Da die Wurzeln der Pflanzen gesund bleiben, so erfolgt die Infektion wahrscheinlich am Halm, und zwar wohl schon in sehr jungen Stadien. Da die Sporen nicht zum Keimen zu bringen waren, so ist man über die Infektion der Pflanze sowie über die Bedingungen, unter denen die Erkrankung eintritt, noch nicht unterrichtet.

Zu der Familie der Massariaceae, die sich von der vorigen Familie durch derbere, kohlige, vollständig eingesenkt bleibende und nur mit der Mündung nach aufsen durchbrechende Perithecien auszeichnet, gehört wahrscheinlich die Gattung *Charrinia* Viala et Ravaz, über deren Entwicklungsgang wir noch nicht so genau orientiert sind, um ihre systematische Stellung sicher beurteilen zu können. Die

[1]) Vgl. über diesen Pilz Cugini in Giorn. agrar. Ital. XIV, 1880, Nr. 13, 14, und Boll. della Staz. agr. di Modena IX, 1890, S. 46; Marengi in Bollet di Entomol. agr. e Patol. veget. VII, 1900, S. 126; van Hall in Tijdschr. over Plantenziekten IX, 1903.

[2]) Vgl. Prillieux, Maladies II, S. 215.

[3]) Über einige parasitische Pilze auf dem Getreide in Zeitschr. f. Pflanzenkr. III, 1893, S. 16.

einzige Art dieser Gattung, *C. Diplodiella* (Speg.) Viala et Rav., ist ein gefürchteter Feind des Weinbaues und erzeugt die in Frankreich als *Rot blanc*, in Nordamerika als *White rot* bekannte Weifsfäule der Weintrauben. Aufser in Nordamerika ist die Krankheit auch in Italien, Ungarn[1]) und der Schweiz beobachtet worden. Die Perithecienform ist bisher nur einmal von VIALA und RAVAZ[2]) gesehen worden; sie erschien auf Zweigen und Rebenkämmen, die einem langsamen Eintrocknen und einer graduellen Erkältung ausgesetzt waren. Die Gehäuse sind kuglig und besitzen eine breite Mundöffnung; die Sporen sind hyalin, länglich und in zwei oder vier Zellen geteilt. BERLESE hat die Gattung eingezogen und die Art zu *Metasphaeria* gestellt, ohne dafs er dafür stichhaltige Gründe angeben konnte. Viel bekannter sind die Pykniden, die stets auftreten und seit langer Zeit unter dem Namen *Coniothyrium Diplodiella* (Speg.) Sacc. bekannt sind (Fig. 38, *7*).

In der Regel tritt die Krankheit an den sich entwickelnden jungen oder auch an den fast reifen Beeren auf[3]). Sie beginnt meist am Trauben- oder Beerenstiel oder einem anderen Teil des Kammes. Die erkrankten Stielteile werden braun und schrumpfen etwas, indem gleichzeitig Pykniden auftreten (Fig. 37, *9*). Die Beeren behalten meistenteils ihre Gestalt und verändern nur allmählich, vom Grunde an beginnend, ihre Farbe, bis sie grauweifs sind, und trocknen dann allmählich unter Einfaltung der Oberhaut zusammen, indem sich ihre Oberfläche gleichzeitig mit pustelförmigen Pykniden bedeckt. Bisweilen treten auch dunkler gefärbte Beeren auf, die dann den vom *Black rot* befallenen ähnlich sehen. Neben diesem langsam verlaufenden Prozefs an den Beeren kann aber auch ein beschleunigter Verlauf eintreten, indem sie sehr schnell faulen und abfallen oder auch zusammentrocknen, so dafs sie nur aus dem Samen und der spröden äufseren Hülle bestehen. Wenn die Stiele und Beeren vertrocknet sind, fällt die ganze Traube ab. Vom Traubenstiel aus geht die Erkrankung auch auf die jungen Triebe über. Bei ringförmiger Ausbreitung der Krankheit erfolgen Erscheinungen wie bei der Ringelung, indem sich über der erkrankten Stelle ein starker Wulst bildet und die oberhalb liegenden Blätter sich sämtlich röten und dann abfallen; der Trieb vertrocknet dann. Während man früher[4]) nur diese Formen von Weifsfäule kannte, konnte G. v. ISTVANFFY[5]) noch andere Arten des Auftretens beobachten. Unter Umständen kann das Mycel auch auf die bereits verholzten Reben übergehen. Die Rinde blättert dann ab, und das Holz wird blofsgelegt; das Mark fächert sich und verschwindet bisweilen vollständig. Auch die Blätter können befallen werden; sie nehmen eine schmutzig-grüne Farbe an und vertrocknen vollständig, ohne abzufallen. Bereits an den noch grünen Blättern kann Pyknidenbildung erfolgen, besonders in der Nähe der Blattnerven. Das Mycel des Pilzes erzeugt an Seitenästen, Wirtelästen oder langen Konidienträgern Konidien; aufserdem bildet es sclerotische Verflechtungen, die vielleicht für die Überwinterung von Wert sind. Aufserdem sind zweierlei Pykniden bekannt, Mikropykniden mit

[1]) G. MEZEY, Das Auftreten der Weifsfäule. Budapest 1891. (Ungar.)
[2]) Sur le rot blanc de la vigne in Rev. de vitic 1894, S. 197.
[3]) Vgl PRILLIEUX, Maladies II, S. 181, wo die ältere Literatur angegeben ist.
[4]) Vgl. E. RATHAY, Der White-rot und sein Auftreten in Österreich in Weinlaube 1892.
[5]) Études sur le rot livide de la vigne in Ann. de l'Inst. Centr. Ampelog. Roy. Hongrois II, 1902.

kleinen Sporen und Makropykniden mit birn- oder fast eiförmigen, bräunlichen Sporen *(Coniothyrium Diplodiella)*. Die letztere Fruchtform ist bei weiten am häufigsten und trägt besonders zur Verbreitung des Pilzes bei. Die Pykniden werden als plectenchymatische Hyphenknäule im Blattgewebe angelegt. Im Innern entsteht eine Höhlung, und in ihr werden an den Wandungen die Sterigmen gebildet. Die über der Mündung der Pyknide befindliche Mycelkapsel wird nicht sofort abgestofsen, sondern bleibt noch erhalten, bis die Pyknide die deckenden Schichten des Substrates durchbrochen hat. Gewöhnlich findet sich die Sterigmenschicht nur am Grunde der Pyknide; bisweilen kleidet sie aber auch das Innere vollständig aus. Die Sporen werden, sobald die nötige Feuchtigkeit vorhanden ist, als Schleimmassen aus der Mündung hervorgeprefst. Als Optimum der Temperatur für die Keimung fand G. v. Istvanffy[1]) 25 bis 30°; bei 5 bis 12° wird sie bedeutend gehemmt, bei 38° ist sie noch möglich. Die Keimschläuche der Pyknosporen können die Reben an beliebiger Stelle infizieren; vom Boden aus kann die Wurzel ergriffen werden. Wunden an grünen Trieben, wie sie beim Einkürzen verursacht werden, bieten besonders günstige Eingangspforten. Bei der Traube findet die Infektion an allen Stellen statt; indessen durchdringt der Keimschlauch nicht die Wachsschicht, die auf den Beeren sich befindet. Nach ihrer Entfernung wird die Epidermis leicht durchbohrbar. Die häufige Erscheinung, dafs die Beeren von der Basis her ergriffen werden, hat wohl darin ihren Grund, dafs hier die Nektarien liegen, welche leicht durchgängig sind. Die Keimschläuche durchbohren die Epidermis an beliebiger Stelle und ziehen im Innern der Gewebe in den Intercellularen einher oder durchsetzen die Zelle quer. Der Durchbohrung der Zellwände geht ein Aufquellen vorher: augenscheinlich scheidet die Spitze des Fadens ein Enzym ab.

Als begünstigend für die Verbreitung des Pilzes mufs übermäfsige Feuchtigkeit bei hoher Sommertemperatur angesehen werden. K. Sajó[2]) hat darüber ausführliche Beobachtungen in Ungarn angestellt und gefunden, dafs ein Epidemiejahr des Rot blanc sich durch die hohen Mitteltemperaturen des Sommers und durch die grofse Feuchtigkeit auszeichnet. Wenn ein Hagelwetter auftritt, das an den Reben viele Verletzungen verursacht, so wird dem Pilze die Infektion in auffälligster Weise erleichtert. Anderseits scheint anhaltendes trockenes und heifses Wetter die Verbreitung zu sistieren.

Auf Grund dieser Erfahrungen und der Entwicklungsgeschichte ist die Bekämpfung vorzunehmen, über die G. v. Istvanffy ausführliche Untersuchungen angestellt hat. In erster Linie sind alle erkrankten Teile der Reben bis auf das gesunde Holz abzuschneiden und zu verbrennen. Bei gröfserer Ausdehnung des Herdes empfiehlt es sich, die zurückgeschnittenen Reben mit Petroleum zu bespritzen und anzuzünden. Die gebrannten Stöcke treiben später wieder aus. Auch der Boden kann nach Vernichtung der erkrankten Stöcke mit Petroleum getränkt und angezündet werden. Aufserdem empfiehlt sich das Spritzen mit 4%iger Kupferkalkbrühe, und zwar in Zwischenräumen von drei bis vier

---

[1]) Über die Lebensfähigkeit der Botrytis-, Monilia- und Coniothyrium-Sporen in Math. ès termèsz. èrtes. XXI, 1903, S. 222. (Ungar.)

[2]) Weitere Mitteilungen über die meteorologischen Ansprüche der schädlichen Pilze in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, 1902, S. 151.

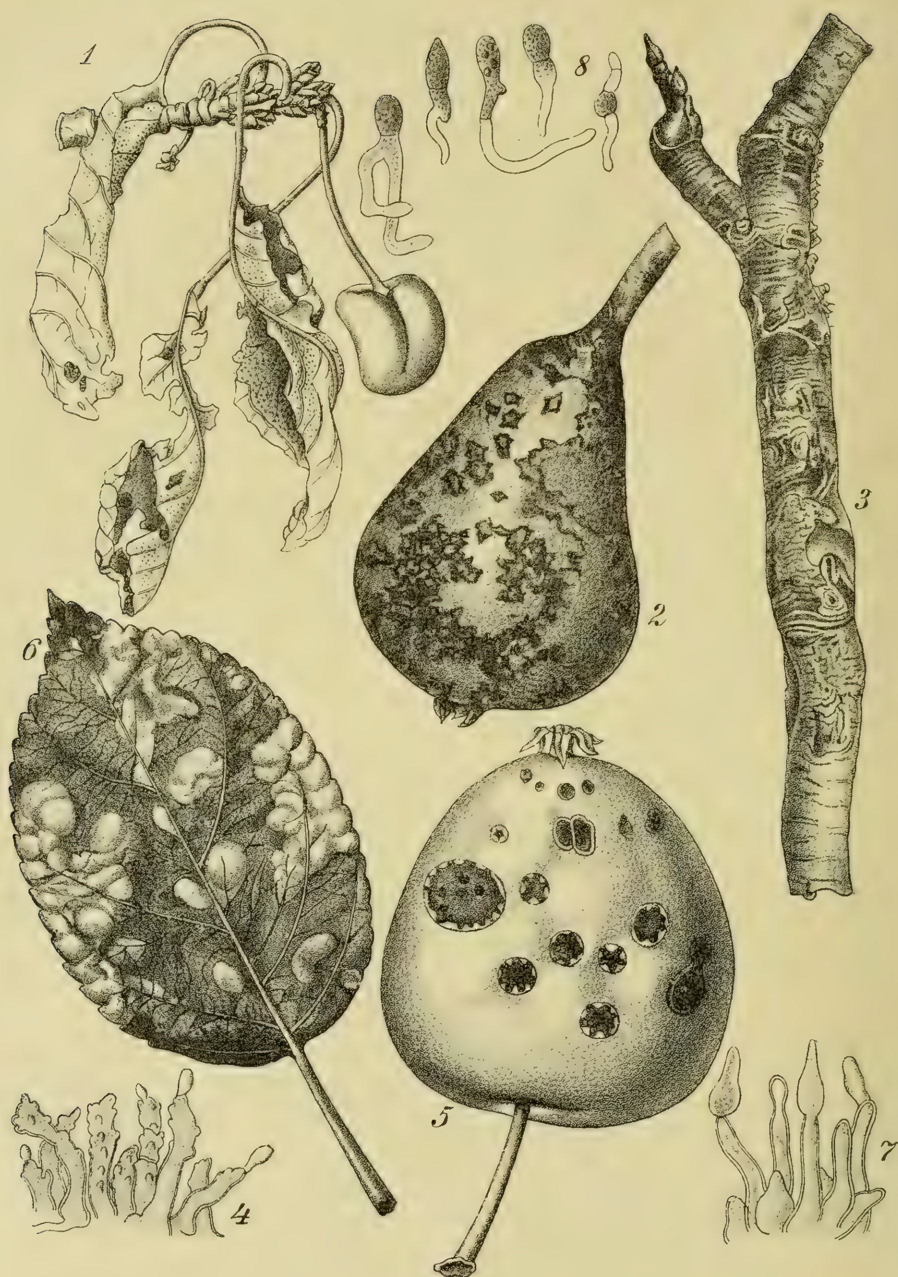


Fig. 39. Erkrankungen durch Pyrenomyceten.

1 durch *Gnomonia erythrostoma* (Pers.) Auersw. erkrankte Kirschblätter und Kirschen. *2—4 Venturia pirina* Aderh. *2* erkrankte Birne. *3* erkrankter Birnenzweig. *4* Konidienträger. *5—8 V. inaequalis* (Cke.) Aderh. *5* erkrankter Apfel. *6* erkranktes Apfelblatt. *7* Konidienträger. *8* keimende Sporen. *4, 7, 8* stark vergr., alles übrige nat. Gr. (*1* nach Frank, *2—8* nach Sorauer.)

Tagen. Dieses häufige Bespritzen hat darin seinen Grund, daſs die Sporen nicht immer durch das Fungicid abgetötet werden, wohl aber werden die Keimschläuche vernichtet, wenn die Sporen ausgekeimt haben. Namentlich bei feuchtem, heiſsem Wetter hat das Bespritzen, auch mit schwächeren Lösungen, besonders sorgfältig zu geschehen. Auch das Bestäuben mit Kupfervitriol wirkt sehr gut. Für den Zeitpunkt des Spritzens ist die Beobachtung maſsgebend, daſs die Pykniden gerade dann, wenn sie die Oberhaut durchbrechen, am empfindlichsten sind: die über der Mündung der Pyknide sitzende Mycelkappe wirkt wie ein Schwamm aufsaugend und läſst das Fungicid allmählich ins Innere der Pyknide treten. Nach Hagelwetter und dem Einkürzen der Triebe muſs die Bespritzung stets vorgenommen werden. Besser als Bordeauxbrühe wirken eine 2,5 %ige Lösung von Calciumbisulfit und schweflige Säure und eine 3 %ige Magnesiumbisulfitlösung; diese töten alle Sporen innerhalb 24 Stunden ab.

Die Familie der Gnomoniaceae besitzt eingesenkte Fruchtkörper, die eine lange, schnabelförmige, über die Oberfläche hinausragende Mündung haben. Besonders charakteristisch ist der Scheitel der Schläuche, der verdickt ist und von einem Porus durchsetzt wird. Vielsporige Schläuche mit kleinen, einzelligen, hyalinen Sporen zeichnen die Gattung *Ditopella* de Not. aus. Am bekanntesten ist *D. ditopa* (Fries) Schroet. auf Erlenzweigen; unter Umständen tötet sie die Zweigspitzen ab, deren Rinde eine rotbraune Färbung annimmt. Eine auffällige Erscheinung auf Hainbuchenblättern bildet *Mamiania fimbriata* (Pers.) Ces. et de Not ; das Mycel erzeugt auf der Oberfläche des Blattes ein sogenanntes Pseudostroma von dunkler Farbe. Unterhalb dieses Pseudostromas sitzen die Perithecien im Substrat und ragen mit ihren Hälsen über dasselbe hinaus. Im allgemeinen ist dieser Pilz nicht gefährlich, aber unter begünstigenden Umständen kann er die Hainbuchenkulturen schädigen; einen solchen Fall erwähnt P. Vuillemin[1]) von Bourgogne. Als Konidienform gehört *Didymosporium salicinum* hierzu.

Wichtig ist die Gattung *Gnomonia* Ces. et de Not. Ihre Fruchtkörper sowie Schläuche entsprechen genau dem Typus der Familie; die Sporen sind länglich, hyalin und in zwei Zellen geteilt. Erwähnenswert ist die Art *G. Quercus Ilicis* Berlese[2]), welche die Blätter von *Quercus Ilex* in Italien befällt und sie zum vollständigen Vertrocknen bringt. Die bekannteste Art ist *G. erythrostoma* (Pers.) Auersw. auf Kirschblättern. Sie wurde bei Gelegenheit einer gefährlichen Kirschbaumkrankheit im Altenlande bei Hamburg von B. Frank[3]) eingehend studiert und auf ihre Entwicklung hin untersucht. Obwohl der Pilz in Mitteleuropa weit verbreitet ist, kommt es doch nur gelegentlich zu gröſseren Epidemien; es werden fast nur die Süſskirschen befallen, obwohl der Pilz auch gelegentlich bei Sauerkirschen beobachtet wurde.

---

[1]) Cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, S. 170.

[2]) Sopra una nuova malattia fungina del leccio in Riv. di patol. veget. I, 1893, S. 285.

[3]) Die jetzt herrschende Krankheit der Süſskirschen im Altenlande in Landw. Jahrb. XVI, 1887, S. 401; Über die Bekämpfung der durch G. erythr. verursachten Kirschbaumkrankheit im Altenlande in Ber. d. D. Bot. Ges. V, 1887, S. 281; Über den Verlauf der Kirschbaum-Gnomonia-Krankheit in Deutschland in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, 1891, S. 17; vergl. ferner Gartenflora, 1889, S. 12, und Hedwigia 1888, S. 18, und Pflanzenkrankh. II, S. 448.

Die jungen Blätter werden bereits kurz nach ihrer Entfaltung infiziert; anfangs treten die von dem im Blattinnern wuchernden Mycel verursachten Flecken nur wenig hervor; sie fallen höchstens durch etwas bleichere Färbung auf. Neben solchen gröfseren Flecken findet man auch kleinere, die in grofser Zahl die Blattfläche bedecken und gleich von Anfang an durch Absterben der Blattsubstanz sich braun färben. In den Monaten Juli und August beginnt dann die Bildung von Pykniden auf der Unterseite der Flecken, und gleichzeitig bräunt sich auch die befallene Stelle. In den fast kugligen Pykniden werden massenhaft Konidien gebildet, die stäbchenförmig sind und meist an einem Ende sich hakig umbiegen (Fig. 38, *10, 11*). Um dieselbe Zeit beginnt auch im Innern des Blattes die Anlegung der Perithecien mit der Ausbildung einer askogenen Hyphe, die sich in einer Trichogyne bis über die Oberfläche des Blattes erstrecken soll. Während nun im Herbst die nicht befallenen Blätter abfallen, verbleiben die erkrankten am Baume. Der Blattstiel haftet dem Zweige fest an und biegt sich meist um, die Blattsubstanz ist gebräunt und zusammengekrümmt (Fig. 39, *1*). Das Hängenbleiben der Blätter erweist sich als eine vorzügliche Anpassung des Pilzes für seine Weiterverbreitung: während nämlich die am Boden liegenden Blätter im Laufe des Winters vollständig vermodern, bleibt die Blattsubstanz der anhängenden erhalten, so dafs der Pilz Gelegenheit hat, seine Perithecien zur Reife zu bringen. Wenn die Blätter abfallen würden, so ginge auch der Pilz unfehlbar zu Grunde, denn er ist durch keine stromatische Bildung, wie etwa *Polystigma*, geschützt. Beim normalen Blatt wird am Ende der Vegetationsperiode am Grunde des Blattstieles die Trennungsschicht angelegt, wodurch dann die Abgliederung des Blattes erfolgt. Dies kann bei dem verpilzten Blatt nicht stattfinden, weil das Mycel den Blattstiel durchzieht und bis in die Gegend, wo die Trennungsschicht angelegt wird, vordringt. Dadurch wird dann der Blattstiel an den Trieb befestigt. Da das Mycel nur innerhalb der Blattflecken zu finden ist und nicht das ganze Blatt durchwuchert, so ist ein Hineinwachsen in den Blattstiel nur möglich, wenn der basale Teil des Blattes befallen ist. Ist nur die Spitze verpilzt, so wird das Blatt normal abgeworfen.

Im Laufe des Winters schreitet dann die Entwicklung der Perithecien fort, bis sie im April und Mai zur völligen Reife gelangen (Fig. 38, *8, 9*). Es sind kuglige Behälter, die an der Spitze zu einem langen Ostiolum ausgezogen sind. Die im Innern entstehenden Schläuche reifen nacheinander und werden durch Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit einzeln zum Ejakulieren der Sporen gebracht. Die Sporen sind zweizellig, die untere Zelle ist etwa nur halb so grofs wie die obere. Die ejakulierten Sporen keimen sofort aus und bringen neue Infektionen der jungen Blätter zuwege. Jetzt wird auch der Nutzen, den der Pilz durch das Anhaften der Blätter hat, völlig klar; die reifen Perithecien befinden sich mit den Blattresten in unmittelbarster Nähe der neuen Blätter, so dafs jede Spore sofort den zusagenden Nährboden zu finden vermag. Der Keimschlauch der Spore bohrt sich sofort in die Epidermis ein.

Den eigentlichen Schaden stiftet der Pilz durch Befall der Kirschen. Die jungen Früchte bleiben, wenn sie infiziert werden, klein, verkümmern (Fig. 39, *1*) und verschrumpfen, platzen auch wohl gelegentlich auf. Noch unreif fallen sie vom Baume ab, ehe die Pyknidenbildung erfolgt. Als die Epidemie im Altenlande wütete, wurde mehrere Jahre

hintereinander die Kirschenernte fast vollständig vernichtet. Die Bekämpfung des Pilzes ergibt sich leicht aus seiner Entwicklung. Da der Pilz nur im Blatte und Blattstiel sitzt, niemals aber bis in das Holz der Triebe eindringt, so überwintert er ausschliefslich in den hängenbleibenden Blättern. Werden also diese sorgfältig abgesucht und verbrannt, so wird eine Neuinfektion völlig verhindert. Dafs man mit dieser Mafsregel in Verbindung mit reicher Durchlüftung der Baumkronen und Pflege des Bodens der Epidemie Herr werden kann, hat ihre Durchführung im Altenlande gezeigt. Bereits nach dem ersten Abpflücken war die Epidemie im darauffolgenden Sommer aufserordentlich verringert, nach dem zweiten Male war sie völlig erloschen und kaum noch ein krankes Blatt zu finden. Allerdings ist ein solcher Erfolg nur möglich, wenn alle Besitzer gezwungen werden, die Durchführung der Bekämpfung vorzunehmen.

Nahe verwandt mit dem Kirschbaumpilz ist ein anderer, dessen Perithecien sich im Winter auf Platanenblättern entwickeln, nämlich *G. veneta* (Sacc. et Speg.) Kleb. (= *Laestadia veneta* Sacc. et Speg.). Die Konidienformen dieses Pilzes erzeugen die bekannte Krankheit der Platanenblätter, die sich in auffallender Weise durch das Absterben des Blattgewebes längs der Nerven kundtut. Unter gewissen Umständen kann die Erkrankung durch vorzeitige Zerstörung der Blätter auch den Bäumen schaden, wie solche Fälle in Nordamerika und Frankreich angegeben worden sind. Die bekannteste Konidienform ist *Gloeosporium nervisequum* (Fuck.) Sacc., daneben aber existieren Variationen in der Sporengröfse, Gehäuseausbildung usw., die alle als besondere Arten beschrieben worden sind. H. Klebahn[1]) hat den Entwicklungskreis der Art genauer untersucht und den Zusammenhang aller dieser Konidienformen mit der erwähnten Schlauchform dargetan.

Die bisher behandelten Familien der Pyrenomyceten umfafsten Formen, welche nur in seltenen Fällen ein Stroma oder ein stromaartiges Gewebe besafsen. Wir kommen jetzt zu den eigentlichen stromatischen Formen, die stets ein Stroma besitzen, in dem die Perithecien, häufig auch die Pykniden angelegt und zur Reife gebracht werden. Von der Familie der Valsaceae kommt eine Anzahl von schädlichen Arten in Betracht, die aber wahrscheinlich sich bei genauerer Untersuchung noch beträchtlich vermehren werden. Das Mycel dieser Pilze durchzieht das Nährsubstrat und formt es zu dem als Stroma bezeichneten Gebilde um. Meist ist das Stroma in seiner Form streng begrenzt; häufig aber wird es nur von einer schwarzen Grenzlinie umsäumt, namentlich wenn die Veränderung des Substrates nur gering ist. Es dürfte kaum zweifelhaft sein, dafs viele von diesen Pilzen als Wundparasiten bereits das geschwächte oder absterbende Gewebe befallen und mit ihrem Mycel durchwuchern; die Nebenfruchtformen erscheinen noch während oder kurz nach dem Absterben des Pflanzenteils, während die Schlauchfrüchte meistens erst viel später zur Ausbildung gelangen.

Die in zahllosen Arten vertretene und in zahlreiche Untergattungen gespaltene Gattung *Valsa* Fries zeichnet sich durch die kleinen, einzelligen, farblosen, meist etwas gebogenen Sporen aus, die entweder zu

[1]) Untersuchungen über einige Fungi imperfecti und die zugehörigen Ascomycetenformen in Pringsh. Jahrb. XLI, 1905, S. 485.

acht oder in grofser Zahl im Schlauch vorhanden sein können. Besonders schädlich soll *V. prunastri* (Pers.) Fr. unter Umständen den Pflaumenbäumen[1]), Aprikosen und Pfirsichen[2]) werden können. Das Mycel wuchert unter dem Periderm, Rinde und Cambium werden an der erkrankten Stelle gelb und faulig. Die infizierten Bäume sterben stets ab. Als Pyknidenform bezeichnet FUCKEL[3]), der die Perithecien an Schlehen fand, die *Cytospora rubescens.* Zu erwähnen ist ferner *V. leucostoma* (Pers.) Fries als Feind der Kirschbäume. R. ADERHOLD[4]) hat das Absterben der Kirschbäume am Rhein zum Gegenstand einer ausführlichen Studie gemacht, nachdem bereits vor ihm B. FRANK, GOETHE u. a. sich mit demselben Thema beschäftigt hatten. Während FRANK die Ursache der Erkrankung in dem Angriff des Pyknidenpilzes *Cytospora rubescens* Fr. sieht, führten GOETHE, SORAUER und mit ihnen viele andere Untersucher das Absterben auf Spätfröste und nachträgliches Eingreifen des Pilzes zurück. Die Krankheit äufsert sich darin, dafs grofse Zweigsysteme oder ganze Bäume zu den verschiedensten Jahreszeiten plötzlich absterben. Die im Frühjahr absterbenden Zweige treiben meistens noch unregelmäfsig und krankhaft aus, bis dann ein plötzliches Welken und Vergilben des Laubes eintritt. Die im Winter absterbenden Äste zeigen im Herbst vielfach schon einen frühen Laubfall oder vorzeitige Verfärbung. Ganz besonders charakteristisch ist das Auftreten von Gummibildung in den toten Zweigen; das Gummi tritt nicht überall sichtbar zutage, sondern findet sich häufig nur in noch bedeckten Spalten der Rinde. Gleichzeitig tritt nun ein Pyknidenpilz mit gekammerten Pykniden in den Zweigen auf, den ADERHOLD als *Cytospora leucostoma* anspricht und mit dem er vergesellschaftet die Perithecien von *Valsa leucostoma* gefunden hat. Ob die gefundene *Cytospora* mit *C. rubescens* identisch ist, mag dahingestellt bleiben. Infektionsversuche ergaben, dafs der Pilz in die gesunden Zweige nicht einzudringen vermag, sondern dafs Wunden oder andere Beschädigungen vorhanden sein müssen, um dem Mycel den Eintritt zu ermöglichen. Wenn das Mycel mehrere Jahre in der Rinde wuchert, so können Wunden entstehen, die ein krebsartiges Aussehen haben. ADERHOLD hat dann weiter die Frage geprüft, ob die als Ursache angesehene Frostwirkung imstande ist, für sich allein ein Absterben zu veranlassen, das die Symptome des Kirschbaumsterbens zeigt. Es zeigte sich, dafs dies nicht der Fall war; denn es fehlte die Gummibildung vollständig, dagegen traten Rindenverletzungen (Borkepflaster) auf, die auch bei den rheinischen Kirschbäumen zu finden waren. Freilich liefs es sich nicht mit voller Sicherheit nachweisen, ob diese abgestorbenen Rindenflecken ausschliefslich durch Frost hervorgerufen werden und nicht vielleicht auch durch Sonnenbrand. Wir haben also in dem Pilze einen ganz ausgesprochenen Wundparasiten vor uns, und es ist gerechtfertigt, wenn ADERHOLD (l. c. S. 359) in Bestätigung der SORAUER'schen Beobachtungen sagt: „Es handelt sich also um eine Kombinationswirkung aus Rindenbeschädigung und Pilzwirkung. Der Pilz würde ohne die zahlreichen

[1]) Vergl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, S. 177.

[2]) SORAUER, Handbuch, I. Aufl., S. 374.

[3]) Symbolae mycologicae 1869, S. 196; die Zugehörigkeit ist sehr zweifelhaft.

[4]) Über das Kirschbaumsterben am Rhein, seine Ursachen und seine Behandlung in Arb. a. d. Biol. Abt. f. Land- u. Forstw. a. Kais. Gesundheitsamt, III, 1903, S. 309 (hier die übrige Literatur). Aufserdem Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 1905, S. 339.

Eingangspforten, die ihm Spätfröste und andere Witterungsfaktoren schufen, nicht zu der üppigen Entwicklung und verderblichen Tätigkeit haben gelangen können, die er dort zweifellos entfaltet, aber die Rindenbeschädigungen ihrerseits würden ohne sein Dazwischentreten nie eine so verderbliche Folge gehabt haben. So wie sie an den anderen Obstbäumen vielmehr ohne empfindliche Folgen überwunden worden sind, würden sie zweifellos auch bei den Kirschen ohne nennenswerten Schaden ausgeheilt worden sein, wenn die Valsa nicht dazwischen getreten wäre. Klimatische Ursachen haben mit anderen Worten den Krankheitsboden geschaffen, der Pilz ist auf ihm erwachsen und hat die Krankheit erzeugt." Zur Bekämpfung der Krankheit kann nur das Vernichten der erkrankten Zweige und Bäume nebst möglichster Vermeidung aller die Frostempfindlichkeit steigernden und direkt Wunden erzeugenden Umstände angeraten werden; ob auch eine kräftigere Bewässerung in der trockenen Zeit Erfolg verspricht, darüber liegen noch keine sicheren Beobachtungen vor.

Auf Erlen in Belgien wurde von P. NIJPELS[1]) die *Valsa oxystoma* Rehm beobachtet, deren Mycel zuerst die Rinde gelblich zu färben beginnt. Später werden unter der Rinde die Perithecien angelegt, die mit ihren Schnäbeln das Periderm durchbohren. Die Krankheit beginnt an den dürren Zweigen und setzt sich bis in den Stamm fort, sein Absterben veranlassend. Der angerichtete Schaden ist nicht allzu bedeutend, ebensowenig auch, wenn der Pilz auf der Alpenerle *(Alnus viridis)* auftritt, wo ihn v. TUBEUF[2]) beobachtete.

Die Gattung *Diaporthe* Nitschke zeigt im Gegensatz zu Valsa zweizellige Sporen, unterscheidet sich aber sonst äufserlich nicht von ihr. Zu nennen wäre *D. taleola* Fries, das von R. HARTIG[3]) als Ursache einer krebsartigen Erkrankung junger Eichenzweige und -stämmchen angesprochen wird. Die Rinde wird gebräunt, vertrocknet und platzt auf; die Wunde wird dann bei kräftigeren Zweigen wieder ganz oder teilweise überwallt. Erst im zweiten Jahre erscheinen an der erkrankten Stelle die Stromata mit den Perithecien.

Während die Valsaceae ihre Konidienfrüchte als einfache oder gekammerte Pykniden ausbilden, unterscheiden sich die Melanconidaceae von ihnen dadurch, dafs sie flache Lager von Konidien als Nebenfruchtformen besitzen. Wahrscheinlich werden auch von dieser Familie später zahlreiche Arten als fakultative Parasiten bekannt werden; so ist dies z. B. nach PRILLIEUX' Untersuchungen wahrscheinlich mit *Pseudovalsa irregularis* (DC.) Schröt. der Fall. Vorläufig läfst sich als Parasit nur *Calospora Vanillae* Massee[4]) nennen. Die Krankheit ergreift auf den Seychellen, Réunion und Mauritius die Schoten der Vanille, die dadurch in der Mitte oder an einem Ende schwarz werden und nach ein bis zwei Tagen abfallen. G. MASSEE konnte feststellen, dafs auf der Oberseite der lebenden Blätter sich sehr kleine, punktförmige, rötliche Konidienlager vom Typus der Melanconieengattung *Hainesia (Gloeosporium Vanillae* Cke. et Mass.) entwickeln. Auf den absterbenden und

---

[1]) Une maladie épidémique de l'Aune commun in Bull. Soc. Belge de Micr. XXV, 1900, S. 95.

[2]) Mitteilungen über einige Pflanzenkrankheiten in Zeitschr. f. Pflanzenkr. III, 1893, S. 140.

[3]) Eine krebsartige Rindenkrankheit der Eiche in Forstl. Naturw. Ztschr. II, 1893, S. 1.

[4]) Vanilla Disease in Kew Bulletin n. 65, 66, 1892, S. 111.

toten Blättern und Stammteilen treten dann die Kammerpykniden einer Cytospora auf, die ebenfalls in den Entwicklungskreis gezogen werden. Endlich bildet sich dann im Stroma der Cytospora die Perithecienform aus. Wenn die Konidien auf gesunde Vanillenblätter ausgesät werden, so dringen die Keimschläuche nicht ein, wohl aber in welke oder der Oberhaut beraubte Blätter; dagegen vermochten die Ascosporen frische Blätter zu infizieren. In Süd- und Mittelamerika ist bisher nur die Hainesia bekannt geworden. G. Delacroix[1]) hat dieselbe Krankheit untersucht, stellt aber die Konidienlager in die Gattung *Colletotrichum*, weil sie von Haaren umgeben sind; die Cytospora erwähnt er nicht. Da die Krankheit wahrscheinlich durch ungünstige Klima- oder Bodenverhältnisse vorbereitet wird, so müfste zuerst das Augenmerk auf diese Begleitumstände gerichtet werden, um eine sichere Unterlage für die Wirksamkeit des Pilzes zu gewinnen.

Von den noch übrigbleibenden Familien der Sphaeriales, nämlich den Diatrypaceae, Melogrammataceae und Xylariaceae sind bisher Krankheitserreger auf Kulturgewächsen nicht angegeben worden, obwohl es kaum einem Zweifel unterliegt, dafs auch bei diesen viele Konidienformen parasitisch sein mögen, namentlich dann, wenn besondere äufsere, die Lebenstätigkeit der Pflanzen herabdrückende Umstände den Angriff begünstigen und vorbereiten.

Wir gelangen nunmehr zur Darstellung der fünften Ordnung der Ascomyceten, nämlich der Discomycetes. In ihnen werden ziemlich heterogene Elemente vereinigt, von denen die Helvellineen und Hysteriineen wahrscheinlich überhaupt nicht hierher gehören; da aber die Entwicklungsgeschichte der meisten Gruppen noch ganz unbekannt ist, so soll, als mit den Zwecken des Handbuches nicht übereinstimmend, kein Versuch gemacht werden, auf die mutmafsliche Verwandtschaft der Unterordnungen näher einzugehen.

Man betrachtet die Discomyceten als Abkömmlinge der Pyrenomyceten oder nimmt zum mindestens einen gleichen Ursprung beider Ordnungen an: dafür spricht die Entwicklung. Während bei den Pyrenomyceten das geschlossene, nur an der Spitze sich öffnende Perithecium ausschliefslich verbreitet war, besitzen die Discomyceten ein flaches Hymenium, das sich als mehr oder weniger freiliegende Scheibe darbietet: man nennt eine solche Schlauchfrucht Apothecium. Diese Apothecien werden aber keineswegs von Anfang an offen entwickelt, sondern das Hymenium entsteht stets in einem Gewebekomplex, dessen obere Decke später sich öffnet und die Schlauchschicht frei heraustreten läfst. Die jüngsten Anlagen von Peri- und Apothecien sind demnach ganz ähnlich, erst in späteren Stadien findet die Differenzierung durch verschiedenartige Ausbildung der Hülle statt. Schläuche und Sporen erfahren dieselbe Ausbildung wie bei den Pyrenomyceten; die Paraphysen dagegen, die hier weniger dem Zwecke des Sporenausstreuens dienen, weshalb sie in den Perithecien meist verschleimen, sondern mehr zum Schutze der jungen Asken im freiliegenden Hymenium ausgebildet werden, erfahren für diesen Zweck besondere Differenzierungen. So werden ihre Enden kopfig verdickt oder

[1]) Sur deux maladies du Vanillier in Bull. Soc. Myc. France XVIII, 1902, S. 274.

verzweigen sich mehrfach baumartig oder lagern Farbstoff ein: durch alle diese Einrichtungen wird häufig eine dichte Decke über der Askenschicht geschaffen, unter deren Schutz die jungen Asken emporwachsen und ausreifen. Erst bei der Reife lockert sich dies sogenannte Epithecium und läfst die Spitzen der Schläuche zum Zwecke der Sporenentleerung hervortreten. Wieweit das Epithecium auch für den Zweck der Sporenausstreuung angepafst ist, wurde bisher nicht untersucht.

Das Hymenium wird von einer mehr oder weniger halbkugligen Gewebehülle aus Pilzfäden umschlossen, die zum Schutze dient und dem Apothecium seine äufsere Form verleiht. Die Fadenverflechtung ist sehr mannigfach; neben ganz lockerer Durchdringung der Fäden kommt auch para- oder prosoplectenchymatische Verflechtung in der verschiedensten Art vor. Durch Einlagerung von Farbstoff kann sowohl die Hülle wie die Scheibe des Apotheciums in verschiedenster Weise gefärbt sein.

Die systematische Gliederung der Discomyceten gründet sich teils auf die Art, wie die Scheibe entblöfst wird, teils auf den Bau der Fruchthülle. Wir unterscheiden zunächst die Hysteriineae, deren längliche Fruchtkörper mit Längsspalt aufspringen und die Scheibe dadurch nur teilweise vollständig frei legen. Bei den übrigen Unterordnungen kann man dann verfolgen, wie zuerst die Deckschicht der Scheibe lappig aufreifst und die Lappen sich zurückschlagen und vergehen, und wie dann allmählich das Aufbrechen der Deckschicht immer mehr lochartig am Scheitel erfolgt und die Scheibe durch Erweiterung des Loches ohne Abreifsen von Lappen vollständig freigelegt wird. Endlich repräsentieren die Helvellineae eine Gruppe, bei der die Scheibe von Anfang an freiliegen soll, was indessen entwicklungsgeschichtlich noch nicht einwandfrei erwiesen ist. Wir bekommen also folgende Gliedernng der Ordnung:

A.	Scheibe des länglichen Fruchtkörpers nur durch einen Schlitz teilweise freigelegt	Hysteriineae
B.	Scheibe lange bedeckt bleibend und dann die Decke der rundlichen Fruchtkörper lappig aufreifsend	Phacidiineae
C.	Scheibe der rundlichen Fruchtkörper sehr bald frei werdend	Pezizineae
D.	Scheibe von Anfang an frei	Helvellineae

Hysteriineae.

Man kann die Unterordnung der Hysteriineae als ein Verbindungsglied zwischen den Pyrenomyceten und Discomyceten auffassen, weil einesteils die Fruchtscheibe noch nicht völlig durch den das Gehäuse durchsetzenden Spalt freigelegt wird und weil andernteils der Bau des Hymeniums eine gröfsere Ähnlichkeit mit dem der niederen Discomyceten aufzuweisen hat. Aus diesem Grunde stellt man sie bald zu dieser, bald zu jener Ordnung, oder macht auch wohl eine besondere, selbständige Ordnung daraus. Charakteristisch sind die langen schmalen Fruchtkörper, die sich meist mit einem Längsrifs ein wenig öffnen, bisweilen aber auch kreuzweis aufreifsen. Über die Entwicklung wissen wir sehr wenig: bei einigen sind Konidienfrüchte gefunden worden.

Die einzelnen Familien unterscheidet man danach, ob die Fruchtkörper im Substrat eingewachsen bleiben oder daraus hervorbrechen oder von Anfang an freistehen. Die wichtigste Familie ist die der Hypodermataceae, deren Fruchtkörper im Nährsubstrat eingesenkt bleiben, indem die Hülle mit den umgebenden Schichten des Substrates fest verwächst. Die meisten der als Parasiten bekannten Arten kommen auf den Nadeln der Coniferen vor, die sie zum Abfall bringen; man bezeichnet diese Erkrankungen als Schütte. Die Gattung *Hypoderma* DC. zeichnet sich durch den Besitz von spindel- oder stäbchenförmigen, hyalinen Sporen aus, die bei der Reife zweizellig sind. Zu erwähnen wäre *H. brachysporum* (Rostr.) Tub.[1]), das als Ursache der Nadelschütte von *Pinus Strobus* angegeben wird. E. Rostrup[2]) hat zuerst darauf hingewiesen, dafs dieser Pilz ganze Komplexe von Weymouthkiefern durch Entnadelung gefährden kann. Die Nadeln bräunen sich bereits während des Sommers, fallen aber erst im Winter ab; auf ihnen entstehen die kleinen strichförmigen Apothecien und in ihnen die Schläuche mit den acht länglichen, von aufquellbaren Gallerthüllen umgebenen Sporen. Der Pilz ist sowohl in Dänemark wie in Deutschland beobachtet worden. In Norwegen kommt auf Kiefernnadeln eine ganz ähnliche Art vor, *H. pinicola* Brunch.

Durch die bis zuletzt einzelligen Sporen unterscheidet sich *Hypodermella* Tub. von Hypoderma. Hierher gehört *H. Laricis* Tub.[3]), welche die Nadeln der Kurztriebe der Lärchen befällt und sie bräunt. Die Apothecien werden als glänzend schwarze Flecken auf den Nadeln ausgebildet. Auf den Nadeln von *Pinus montana* und *silvestris* findet sich *H. sulcigena* (Link) Tub., eine in Dänemark weitverbreitete und häufig schädliche Art[4]), namentlich in kühlen Sommern. Die länglichen, keulenförmigen Sporen sind für diese Art sehr charakteristisch.

Äufserlich unterscheiden sich die Apothecien der Gattung *Lophodermium* Chev. kaum von denen der bisher genannten Gattungen; dagegen sind aber die Sporen lang und fadenförmig und nicht durch Querwände geteilt. Man bezeichnet die Arten von Lophodermium häufig als Ritzenschorfe, wozu das Aufspringen der Apothecien in feinen schmalen Ritzen den Anlafs gegeben hat. Die bekannteste und unter dem Namen Schüttepilz gefürchteteste Art ist *L. Pinastri* (Schrad.) Chev. (Fig. 40, *1* bis *3*). Am meisten wirkt die Krankheit verderblich in Saatkämpen, wo häufig in einer Nacht die Nadeln sich bräunen und abfallen. Trotz der grofsen Zahl von Arbeiten, die seit einem Jahrhundert sowohl von praktischen Forstleuten wie von Botanikern unternommen sind, bleibt es auch heute noch nicht ganz geklärt, ob der Pilz allein den Nadelfall verursacht, oder ob nicht vielmehr besondere Umstände vorhergehen müssen, die die plötzliche Ausbreitung der Erkrankung begünstigen. Manche Untersucher haben den Pilz überhaupt ausgeschaltet und nehmen an, dafs Frost oder Trockenheit die Schütte allein verursachen können, andere wieder wollen ein kombiniertes Vorgehen dieser Ursachen mit dem Pilze annehmen. Wahrscheinlich ist es, dafs bestimmte prädisponierende Einflüsse vorhergehen müssen, welche die plötzliche Ausbreitung des Pilzes vor-

[1]) v. Tubeuf benennt später die Art *H. strobicola*, was aber gegen die Gesetze der Priorität verstöfst.
[2]) Vgl. Plantepatologi S. 527.
[3]) v. Tubeuf, Kranke Lärchenzweige in Bot. Centralbl. LXI, 1895, S. 48.
[4]) Rostrup, Plantepatologi S. 517.

bereiten; welches aber diese Einflüsse sind und wie wir uns ihre Einwirkung auf die jungen Pflanzen vorzustellen haben, darüber wissen wir bisher nur wenig. Die verschiedenen Ansichten über die Krankheit hat C. v. TUBEUF[1]) in seiner Monographie des Schüttepilzes ausführlich dargestellt, weshalb sie hier nicht näher berührt werden sollen. Die Nadeln der jungen Pflänzchen werden im Sommer und Herbst, etwa vom Juni ab, infiziert. Die ersten Infektionen zeigen sich durch gelbliche und bräunliche Verfärbung der Nadel, die dann nach dem Ab-

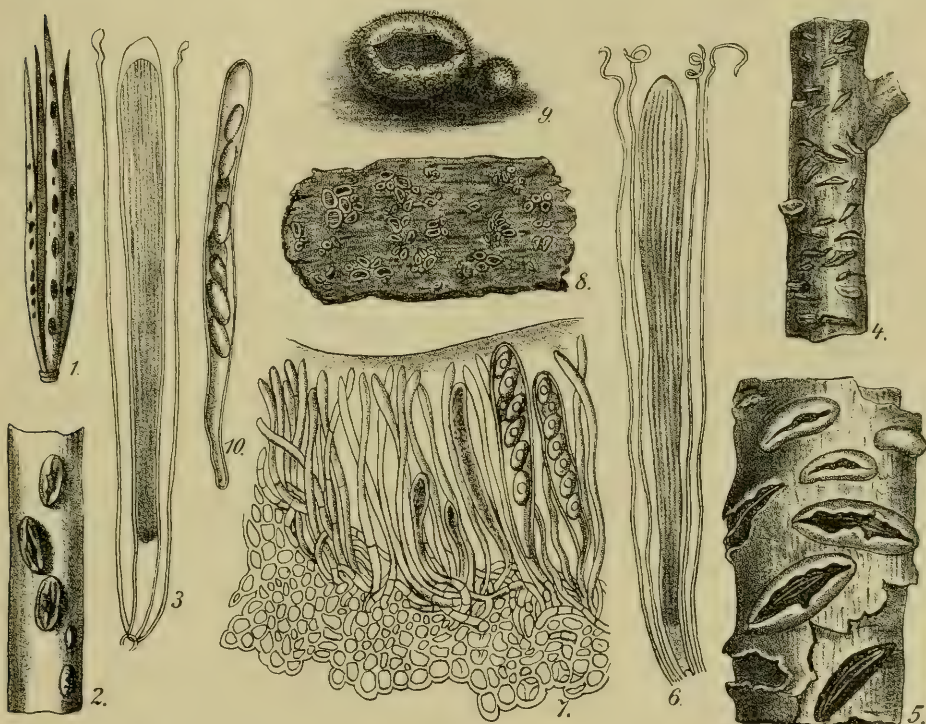


Fig. 40. Typen von Discomyceten.

1—3 Lophodermium Pinastri (Schrad.) Chev. *1* Habitus der befallenen Nadeln, nat. Gr. *2* Fruchtkörper, vergr. *3* Schlauch und Paraphysen, stark vergr. *4—6 Clithris quercina* (Pers.) Rehm. *4* Fruchtkörper am Holz, nat. Gr. *5* Einige Fruchtkörper, vergr. *6* Schlauch mit Paraphysen, stark vergr. *7 Cenangium Abietis* (Pers.) Rehm, Stück eines Schnittes durch ein Apothecium, 760:1. *8—10 Dasyscypha calycina* (Schum.) Fuck. *8* Fruchtkörper, nat. Gr. *9* siebenmal vergr. *10* Schlauch, 330:1. (*1—3*, *6* nach REHM, *4*, *5*, *8—10* nach LINDAU, *7* nach SCHWARZ.)

sterben des Gewebes in Braun übergeht. Die Pflanze kann sich der erkrankten Nadeln leicht dadurch entledigen, dafs sie an der Basis die Trennungsschicht, welche zur Abgliederung der Nadel dient, ausbildet. Dadurch erklärt es sich auch, dafs die Nadeln plötzlich auf einmal abgeworfen werden können. Nach der Abtötung des Gewebes bilden

[1]) Studien über die Schüttekrankheit der Kiefer in Arb. a. d. Biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtsch. am Kais. Gesundheitsamt, II, 1901, S. 1; hier die übrige Literatur.

sich die ovalen Apothecien aus, die sich mit einem Längsspalt öffnen. Die Nadeln werden meistens durch eine Anzahl von schmalen, schwarzen Bändern, die um die Nadel herumlaufen, in einzelne Abschnitte zerlegt; in jedem Abschnitte finden sich gewöhnlich mehrere Apothecien. Diese schwarzen Bänder, die noch nicht genauer untersucht zu sein scheinen, entsprechen wohl den Berandungslinien, wie wir sie beim Zusammentreffen der Thalli verschiedener Flechtenarten finden; mit anderen Worten also: so viel Nadelabteilungen, so viel Infektionsstellen sind vorhanden. Der Spalt des Apotheciums entsteht an einer bestimmt vorgebildeten Längslinie und besitzt die Fähigkeit, sich bei Trockenheit zu schliefsen, bei Feuchtigkeit dagegen weit zu öffnen. Entsprechend dieser Fähigkeit des Spaltes findet auch das Ausstreuen der Sporen während eines langen Zeitraumes statt, was nicht weiter verwunderlich erscheint, da die Schläuche nicht gleichzeitig, sondern nacheinander reifen. Vom Frühsommer an bis spät in den Winter hinein werden bei entsprechenden Feuchtigkeitsverhältnissen die Sporen entlassen und vermögen Infektionen zu veranlassen.

Wenn ein junges Kiefernpflänzchen alle oder einen Teil seiner Nadeln abgeworfen hat, so braucht es noch nicht abzusterben, sondern vermag abermals Nadeln zu bilden; indessen überstehen nur besonders kräftige und gut entwickelte Individuen den Krankheitsprozefs; kommen noch schwächende äufsere Faktoren hinzu, so geht das Pflänzchen zugrunde. Es ist natürlich nicht immer möglich, darüber eine Entscheidung zu treffen, ob die Pflanze für den Angriff des Pilzes durch schwächende äufsere Umstände vorbereitet wurde, oder ob sie zuerst durch den Schüttepilz geschwächt wurde und den ungünstigen Umständen zum Opfer fiel.

Als Mittel gegen die Schüttekrankheit kommen in erster Linie Vorbeugungsmafsregeln in Betracht, die sich darauf beziehen, die Kulturen vor Infektion zu schützen. Gegen das Auffliegen der Sporen hat man versucht, durch dazwischenstehende gröfsere Pflanzen (Adlerfarn, Besenginster, Gras usw.) einen Schutz zu erhalten, oder man hat auch versucht, auf der Windseite künstlichen oder natürlichen Schutz anzulegen. Auch die Anlegung der Kulturen unter alten Beständen von Kiefern oder fernab von jeder Kiefernkultur wurde zur Vorbeugung der Schütte angewandt. Indessen sind aber alle diese Mafsregeln in der Praxis nicht einfach und ergeben häufig nicht den gewünschten Erfolg; deshalb ist man zur direkten Bekämpfung mittels Spritzmitteln übergegangen. Die angestellten Versuche v. Tubeuf's, die mit verschiedenen Fungiciden, wie Kupferzuckerkalk, Kupfersoda, Kupferkalk usw., vorgenommen wurden, hatten zum Resultat, dass die Spritzungen im August den meisten Erfolg haben, dafs dagegen Bespritzen im Juni oder September nicht das gewünschte Resultat ergeben.

Von einer ähnlichen Krankheit wird die Fichte heimgesucht, nämlich von *L. macrosporum* (Hart.) Rehm [1]). Die befallenen einjährigen Nadeln werden entweder im Herbst abgeworfen, oder sie bleiben bis zur Reifung der Apothecien im nächsten Jahre am Zweig sitzen. Bei zweijährigen Nadeln kann die Bräunung im Herbst eintreten und die Ausreifung der Apothecien an den noch anhängenden Nadeln erst im vierten Jahre erfolgen. Auf den Nadeln werden die langen, glänzend schwarzen Apothecien ausgebildet, deren keulige Schläuche die fädigen

[1]) R. Hartig, Wichtige Krankheiten der Waldbäume. 1874.

Sporen entwickeln; häufig sind diese noch von einer Gallerthülle umgeben. Der Pilz ist sehr weit verbreitet, tritt aber nicht immer in verheerender Weise auf. Nach F. NOBBE[1]) schädigt er in den sächsischen Waldungen aufserordentlich, namentlich in reinen Beständen, während Mischbestände weniger darunter zu leiden haben.

Der Weifstannenritzenschorf, *L. nervisequum* (DC.) Rehm[2]), befällt die Nadeln der *Abies alba*, indem er sie unter Bräunung abtötet. Die Nadeln bleiben noch lange an den Zweigen sitzen und bringen auch meist schon hier ihre Apothecien zur Entwicklung. Diese entstehen als glänzend schwarze, lange Streifen auf dem Mittelnerv der Nadelunterseite und entwickeln ganz ähnliche Schläuche und Sporen wie der Fichtenritzenschorf. Meistens geht der Bildung der Schlauchfrüchte noch die von Pykniden voraus, die als *Septoria Pini* Fuck. bekannt sind.

Auf anderen Coniferen sind ebenfalls *Lophodermium*-Arten gefunden worden, die aber weniger schädlich zu sein scheinen. So findet sich *L. juniperinum* (Fr.) de Not. häufig auf Nadeln von *Juniperus communis*, *L. gilvum* Rostr. auf *Pinus austriaca*, *L. laricinum* Duby auf der Lärche. Endlich kommt auf der Fichte noch eine zweite Art vor, die E. ROSTRUP[3]) als *L. Abietis* bezeichnet; sie unterscheidet sich von *L. macrosporum* dadurch, dafs die Nadeln zuerst gelbe Flecken und dann grofse schwarze Punkte bekommen.

Als eine andere Familie der Hysteriineae wären die Hysteriaceae zu erwähnen, deren Fruchtkörper nicht eingewachsen ist, sondern frei auf der Unterlage sich erhebt. Parasitisch wachsen wohl nur wenige Formen, von denen *Hysterographium Fraxini* (Pers.) de Not. am bekanntesten ist. Der Pilz zeichnet sich durch die mauerförmig geteilten Sporen aus, die zuletzt dunkelbraun gefärbt sind. E. ROSTRUP[4]) hat nachgewiesen, dafs der gewöhnlich nur als Saprophyt auftretende Pilz auch als Parasit lästig werden kann. Er bildet bei Eschen flache, eingefallene Rindenplatten, auf denen sich zuerst die Pykniden, später die Apothecien entwickeln. Wenn diese erkrankten Rindenteile die ganzen Zweige umfassen, was namentlich bei jüngeren häufig der Fall ist, so wird der ganze obere Teil zum Absterben gebracht.

Phacidiineae.

Die Phacidiineae zeigen insofern noch Anklänge an die Hysteriineen, als die Fruchtkörper durchaus nicht immer rund sind, sondern in vielen Fällen eine längliche Gestalt besitzen. Durch die Art des Aufspringens der Apothecien unterscheiden sie sich aber von den übrigen Gruppen scharf. Die Scheibe des Fruchtkörpers hat nämlich eine Gewebedecke über sich, die in unregelmäfsigen, sich bei der Reife zurückschlagenden Lappen aufspringt und die Scheibe dadurch mehr oder weniger vollständig freilegt. Wenn der Fruchtkörper eingewachsen ist, so werden auch gleichzeitig die deckenden Gewebeschichten der Nährpflanzen zerrissen und zurückgeklappt, wie es besonders auffällig

[1]) Über die Fichtennadelröte und ihre Verbreitung in den sächsischen Forsten in Tharander Forstl. Jahrb. XLIII, 1893, S. 39.

[2]) Siehe Anm. 1 auf S. 269.

[3]) Cfr. Plantepatologi S. 525.

[4]) Cfr. Plantepatologi S. 513.

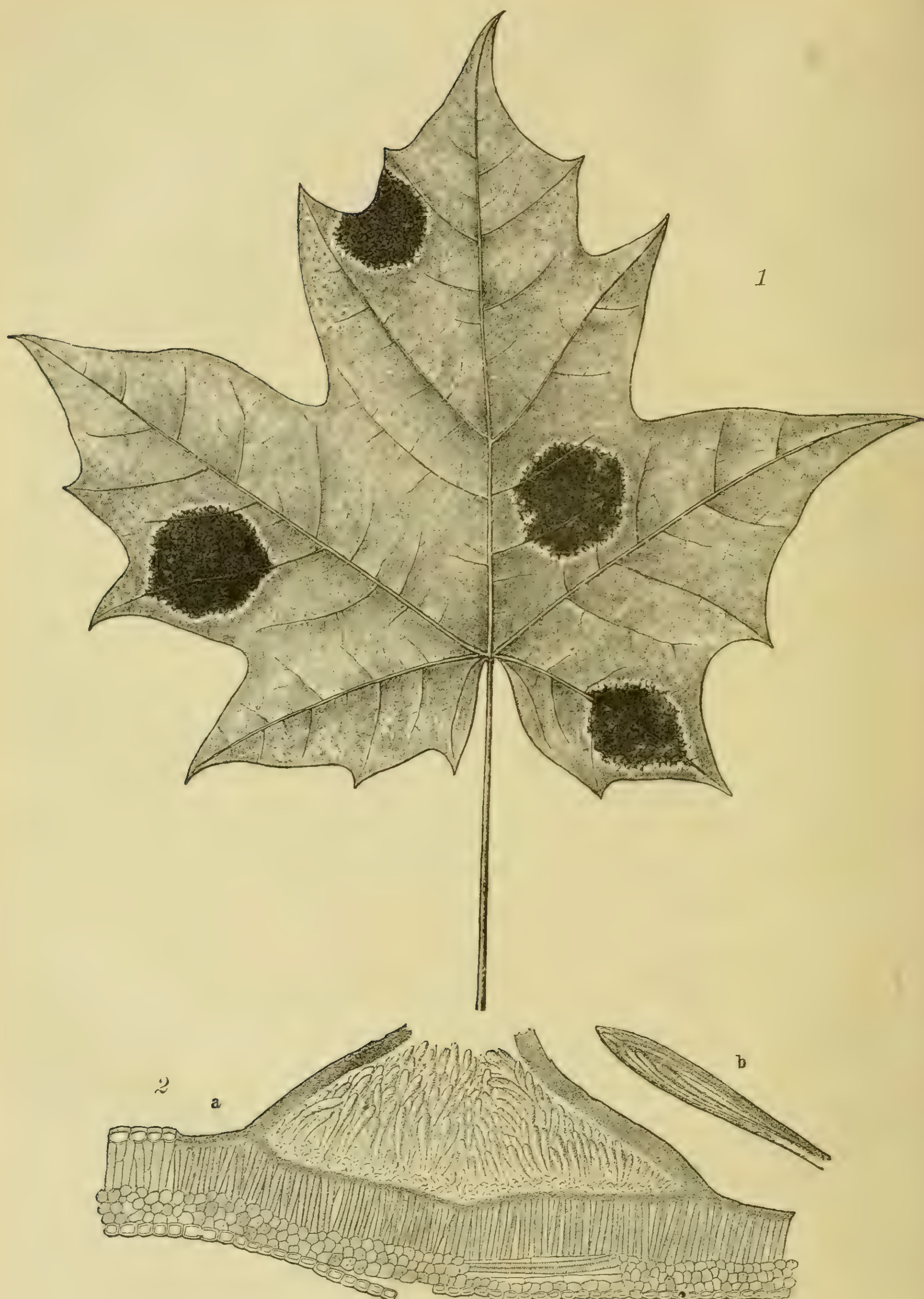


Fig. 41. Ahornrunzelschorf durch Rhytisma acerinum (Pers.) Fries.
1 Ahornblatt mit Flecken, nat. Gr., *2 a* Querschnitt durch ein Askenlager, *b* Schlauch, stark vergr.
(Nach Laubert.)

Lieferung 8. (Zweiter Band, Bog. 18—23.) Preis: 3 Mark.

Handbuch

der

Pflanzenkrankheiten

von

Prof. Dr. Paul Sorauer.

Dritte, vollständig neubearbeitete Auflage

in Gemeinschaft mit

Prof. Dr. G. Lindau, Privatdozent an der Universität Berlin

und

Dr. L. Reh, Assistent am Naturhistor. Museum in Hamburg

herausgegeben

von

Prof. Dr. P. Sorauer,
Berlin.



Mit zahlreichen Textabbildungen.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1906.

Erscheint in 16—18 Lieferungen à 3 Mark.

bei *Clithris* und *Cryptomyces* der Fall ist. Die Paraphysen bilden stets ein dichtes Epithecium. Man unterscheidet drei Familien, die sich in folgender Weise definieren lassen:

A. Fruchtgehäuse fleischig, hellfarbig: Scheibe meist hell — Stictidaceae

B. Fruchtgehäuse lederig oder kohlig, stets schwarz

a. Fruchtkörper eingesenkt, später hervortretend, Hypothecium dick — Tryblidiaceae

b. Fruchtkörper im Nährsubstrat oder in in einem Stroma eingesenkt, Hypothecium dünn — Phacidiaceae

Von diesen drei Familien wurden bisher nur wenige Formen als Parasiten bekannt, obwohl es wahrscheinlich ist, dafs auch hier viele Arten im vegetativen Zustande lebende Gewebe angreifen, dagegen erst im toten Gewebe zur Fruktifikation schreiten.

Unter den Stictidaceae wäre die Gattung *Stictis* Pers. zu nennen mit eingesenkten, kugligen Fruchtkörpern, die lappig aufreifsen und krugförmig eingesenkt bleiben. Die Sporen sind fadenförmig, vielzellig. Die häufigste Art, *S. radiata* (L.) Pers., die auf Ästen und Stengeln fast über die ganze Erde verbreitet ist, richtet keinen Schaden an, dagegen wollen G. Cuboni und U. Brizi[1]) als Ursache der Bruscakrankheit der Ölbäume in Italien eine bisher unbeschriebene *Stictis*-Art nachgewiesen haben.

Von den Familien der Tryblidiaceae sei *Heterosphaeria patella* (Tode) Grev. genannt. Die Fortpflanzungsorgane entstehen in kleinen sclerotienartigen Mycelanhäufungen, und zwar Pykniden mit sichelförmigen Sporen und Apothecien, die mit zähnigem Rande aufreifsen und ellipsoidische, hyaline, zuletzt zwei- bis vierzellige Sporen produzieren. Die Stengel gröfserer Kräuter, namentlich der Umbelliferen, sind oft im Frühjahr dicht von den schwarzen Fruchtkörpern besetzt. Wahrscheinlich befällt das Mycel bereits das lebende Stengelgewebe während des Herbstes oder Sommers und bringt erst im abgestorbenen Stengel die Fruktifikationsorgane zur Reife. Ähnlich steht es auch mit der Gattung *Scleroderris* Fries, deren Fruchtkörper dicht zusammen auf einem ausgebreiteten Stroma stehen. Die Sporen sind nadelförmig, vier- bis achtzellig, hyalin. Von *S. ribesia* (Pers.) Karst., deren Apothecien sich an abgestorbenen Ribes-Zweigen entwickeln, ist bisher eine parasitäre Wirkung nicht festgestellt, aber nicht unwahrscheinlich: man zieht dazu als Konidienformen *Mastomyces Friesii* Mont. und *Fuckelia Ribis* Bon. Sichergestellt in seiner parasitären Wirkung ist dagegen durch Schnabl und v. Tubeuf[2]) die auf Weidenzweigen vorkommende *S. fuliginosa* (Fries) Karst. Das Mycel dringt bis ins Cambium der Zweige ein und tötet es mit den angrenzenden Holzpartien ab. Das nicht befallene Gewebe wächst indessen weiter in die Dicke, so dafs der Ast auf einer oder zwei Seiten abgeflacht erscheint: bald stirbt er aber vollständig unter dem Angriff der Parasiten ab. Die Apothecien

---

[1]) Sulla malattia dell' olivo chiamata brusca nel territoria di Lecce in Rendic. Acc. dei Linc. X, 1902, S. 293.

[2]) Pflanzenkrankheiten, S. 263.

stehen auf ausgebreiteten, stromatischen, schwarzen Krusten; aufserdem sind Pykniden als Nebenfruchtform angegeben.

Die dritte Familie, die Phacidiaceae, enthält einige bekannte und auffällige Formen. Abgesehen von der bereits S. 254 erwähnten *Dothiora sphaeroides* wäre *Clithris quercina* (Pers.) Rehm (Fig. 40, *4* bis *6*) als besonders auffällige Erscheinung an abgestorbenen Eichenästen zu nennen. Die Fruchtkörper dieses Pilzes sind von länglicher, gebogener Gestalt und werden unter der Rinde angelegt. Die Rinde reifst dann lappig auf, und der Zweig erscheint durch die meist senkrecht zur Längsrichtung befindlichen Risse und Lappen eigenartig gestrichelt; die Fruchtkörper fallen nach der Reife aus, aber die spaltenförmig aufgesprungene Rinde bleibt noch lange erhalten. Die Scheibe der Apothecien ist grauweifs; die Pykniden enthalten cylindrische, etwas gebogene Sporen. Wir wissen noch nicht sicher, ob der Pilz befähigt ist, in lebende Eichenäste einzudringen; wäre es der Fall, so hätte er für einen ganz gefährlichen Feind der jungen Eichenschonungen zu gelten und verdiente mehr Beachtung, als er bisher gefunden hat. *Cryptomyces maximus* (Fries) Rehm ist nach v. Tubeuf [1]) ein gefährlicher Weidenfeind und bildet unter der Rinde der Äste seine weit ausgedehnten schwarzen stromatischen Lager aus, in denen die Apothecien entstehen. Die deckende Epidermis wird zerrissen und löst sich los, während das schwarze Lager frei hervortritt und bei Regen gallertartig aufquillt. Zuletzt fällt es, ebenso wie wir es bei Clithris gesehen haben, ab und hinterläfst grofse Narben. Die Sporen sind eiförmig, hyalin, ungeteilt. Da der oberhalb eines Pilzlagers befindliche Teil des Weidenastes abstirbt, so kann ein ziemlich empfindlicher Schaden angerichtet werden. Identisch damit dürfte *C. aureus* Massee sein, von dem C. H. Plowright [2]) eine ganz ähnliche destruktive Wirkung auf Weidenzweige schildert.

Am bekanntesten von den hierher gehörigen Gattungen ist *Rhytisma* Fries. Die Arten bilden flache schwarze Sclerotien im Blattgewebe, die als auffällige schwarze Flecken an den Blättern hervortreten (Fig. 41, *1*). In diesen Sclerotien werden zuerst Konidienlager vom Typus der Gattung *Melasmia* Lév. gebildet, und erst, wenn das Blatt bis zum nächsten Frühjahr feucht gelegen hat, werden die Apothecien zur Reife gebracht. Diese Apothecien entstehen als strichförmige, meist gebogene feine Wülste, die am Scheitel mit Längsrifs aufspringen und die weifsliche Scheibe freilegen (Fig. 41, *2*). Die Sporen sind farblos, fädig oder nadelförmig und bleiben meist einzellig. Am bekanntesten ist *R. acerinum* (Pers.) Fries, der Ahornrunzelschorf, der die bekannten schwarzen Flecken auf Blättern von Ahornarten verursacht. Während die an den Bäumen noch ansitzenden Blätter nur Konidien (*Melasmia acerina* Lév.) produzieren, werden die reifen Schlauchsporen im Mai aus den in den abgefallenen Blättern gebildeten Apothecien ejakuliert und werden vom Winde an die jungen Blätter getragen, wo sie vermöge einer feinen Gallerthülle haften bleiben und Neuinfektionen veranlassen. Durch Entfernung des abgefallenen Laubes kann man der Erkrankung leicht Herr werden. Auf *Acer Pseudoplatanus* findet sich *R. punctatum* (Pers.) Fries, auf Weidenblättern *R. salicinum* (Pers.) Fries, mit ganz ähnlicher Fleckenbildung.

---

[1]) Pflanzenkrankheiten, S. 260.

[2]) Garden. Chron. 17. Juni 1899, S. 392; cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkr. X, S. 35.

Pezizineae.

Die Unterordnung der Pezizineen umfaſst die meisten Familien und in der Hauptsache diejenigen Formen, die man recht eigentlich unter Discomyceten oder Scheibenpilzen versteht. Da mit wenigen Ausnahmen die hierhergehörigen Pilze als Parasiten nicht in Betracht kommen, so sei die allgemeine Behandlung der Gruppen auf die Charakteristik der wichtigsten Familien beschränkt.

A. Fruchtkörper hart, nicht fleischig. Enden der Paraphysen ein Epithecium bildend.
  a. Gehäuse fehlend oder wenig entwickelt — Celidiaceae
  b. Gehäuse gut entwickelt
    I. Fruchtkörper anfangs eingesenkt, dann hervorbrechend. zuerst von einer (später verschwindenden Haut) geschlossen — Cenangiaceae.
    II. Fruchtkörper von Anfang an frei, ohne Verschluſsmembran — Patellariaceae.

B. Fruchtkörper fleischig oder wachsartig, weich oder auch gallertig. Paraphysenenden kein eigentliches Epithecium bildend.
  a. Gehäuse und Hypothecium aus verschieden differenziertem Gewebe bestehend
    I. Gefüge des Gehäuses paraplectenchymatisch, Zellen oft dick und dunkelwandig — Mollisiaceae
    II. Gefüge des Gehäuses prosoplectenchymatisch, Zellen hell und dünnwandig — Helotiaceae
  b. Gehäuse und Hypothecium aus gleichgefügtem Gewebe bestehend
    I. Fruchtkörper anfangs konkav. Gehäuse entwickelt, fleischig.
      1. Schläuche bei der Reife weit über das Hymenium vortretend — Ascobolaceae
      2. Schläuche nicht hervortretend — Pezizaceae
    II. Fruchtkörper von Anfang an offen, konvex. Gehäuse fehlend oder schwach entwickelt — Pyronemataceae.

Die Vertreter der kleinen Familie der Celidiaceae sind fast sämtlich Parasiten auf Flechten; sie sitzen mit ihrem Mycel im Thallus oder in den Apothecien und lassen ihre winzigen Apothecien nur wenig über dem Thallus der Wirtsflechte hervorragen. Wir wissen über ihre Entwicklung bisher nur wenig, obwohl gerade die Untersuchung dieser einfachen Formen für allgemeine Fragen vielleicht von Wichtigkeit sein könnte. Wer sich dafür interessiert, findet die nötige Literatur in den Arbeiten von W. Zopf [1]).

Die Cenangiaceae besitzen anfangs eingesenkte, später hervorbrechende Fruchtkörper, die in der Jugend völlig geschlossen sind und sich später krug- oder schüsselförmig öffnen. Die Fruchtscheibe wird anfangs von einem Häutchen überdeckt, das zuletzt unregelmäſsig

[1]) Untersuchungen über die durch parasitische Pilze hervorgerufenen Krankheiten der Flechten I. II. in Nova Acta, Bd. LXX, Nr. 2 u. 4, 1897—98.

aufreifst und verschwindet; durch dieses Merkmal schliefst sich diese sowie die folgende Familie eng an die Phacidiineen an. Wir unterscheiden zwei Unterfamilien nach der Struktur der Fruchtkörper; leder- oder hornartige Gehäuse charakterisieren die Dermateen, gallertige die Bulgarieen, aus beiden sind Parasiten bekannt.

Sehr weit verbreitet, aber nur unter besonders begünstigenden Umständen grofse Epidemien bei den Kiefern hervorrufend, ist *Cenangium Abietis* (Pers.) Rehm (Fig. 40, 7). Die Fruchtkörper besitzen eine braunschwarze Farbe und brechen unter der Rinde hervor, und zwar meist in gröfserer Zahl nebeneinander. Bei Trockenheit bilden sie unscheinbare, schwarze Häutchen, bei Nässe dagegen treten sie als auffällige lederartige Gebilde heraus. Während in normalen Jahren die Apothecien an den abgefallenen Kiefernzweigen nicht gerade häufig sind, treten sie in den für den Pilz günstigen Jahren massenhaft auf; dann zeigen sich auch an den jungen Ästen bestimmte Krankheitserscheinungen, die F. SCHWARZ[1]) in seiner Studie über die Krankheit ausführlich beschreibt. Bei besonders starkem Befall sterben einzelne Triebe oder Zweige ab, indem sich ihre Nadeln rot verfärben. Gleichzeitig mit den Nadeln werden auch die Triebspitzen getötet; das Absterben der Nadeln und Endknospen ist eine Folge des Todes der Rinde, die im Herbst durch das Mycel infiziert wird. Die Krankheit tritt erst an Kiefern über fünf Jahre auf und verschont auch die älteren Hölzer nicht. Das Mycel des Pilzes wuchert hauptsächlich in der Rinde, geht von da aus durch die Markstrahlen ins Mark und durchsetzt schliefslich auch das Holz, ohne es zu verfärben. Nach den Beobachtungen von SCHWARZ findet die Infektion der jungen Triebe unterhalb der Endknospe statt, während nur selten Fälle beobachtet werden, wo von der Basis her aus dem infizierten vorjährigen Trieb ein Hinaufwachsen des Mycels stattfand. Demnach wäre also der Pilz kein Wundparasit, sondern ein echter Parasit. Nicht zu jeder Zeit ist die Kiefer für die Infektion geeignet, sondern in der Periode, in welcher die Zellen sich in ihrer höchsten Lebensintensität befinden, sind sie immun. So findet während des Längenwachstums der Triebe keine Infektion statt, sondern in erhöhtem Mafse nur, wenn die Winterruhe zu Ende geht. Indessen genügte auch das nicht, um eine so weit verbreitete Epidemie, wie sie 1892 herrschte, zu erklären; vielmehr nimmt SCHWARZ hierfür eine in der allgemeinen Witterungslage begründete Bedingung an, welche die Widerstandsfähigkeit der Kiefern herabdrückt: und zwar einen relativen Wassermangel. Wie weit diese Ansicht begründet ist, müssen spätere Untersuchungen lehren. Die Fruktifikation des Pilzes findet in den älteren Trieben statt, und zwar meist im abgestorbenen Gewebe. Es finden sich zweierlei Pykniden: *Dothichiza ferruginosa* Sacc. mit kleinen einzelligen stäbchenförmigen Sporen und *Brunchorstia destruens* Eriks. mit langen, sichelförmig gebogenen, mehrzelligen Sporen. Die schüsselförmigen, fast gestielten, dunkelbraunen Apothecien erzeugen in den Schläuchen ellipsoidische, hyaline, einzellige Sporen. Aufser der Kiefer können auch *Pinus Laricio* und *rigida* befallen werden, worüber J. BRUNCHORST[2]) nähere Mitteilungen gemacht hat.

Eine ganze Anzahl von Gelegenheitsparasiten enthält die Gattung

[1]) Die Erkrankung der Kiefern durch Cenangium Abietis. Jena 1895.

[2]) Über eine neue verheerende Krankheit der Schwarzföhre in Bergens Mus. Aarsberetn. f. 1887. Bergen 1888.

Dermatea Fries, deren Fruchtkörper sich aus einem unterrindigen Stroma entwickeln und durch die Rinde brechen. Die Sporen sind anfangs einzellig, teilen sich aber bei einzelnen Arten später in zwei bis sechs Zellen, wonach man die Untergattungen *Eudermatea, Pezicula, Dermatella* unterscheidet. *D. carpinea* (Pers.) Rehm wird unter Umständen ein gefährlicher Feind der Weifsbuchen[1]; das Mycel verbreitet sich unter der Rinde, die durch Ausbildung der Konidienlager gesprengt wird. Die Konidien entstehen auf der Oberfläche des jungen Stromas, das später die Apothecien produziert. G. WAGNER hat erkrankte Rindenstücke in gesunde Bäume transplantiert und gefunden, dafs diese innerhalb von vier Jahren zum Absterben gebracht werden. Für die Eichen ist *D. cinnamomea* (Pers.) Rehm ein ähnlicher Feind. Der Pilz dringt nur an Bäumen ein, die durch das Wild verbissen sind, zeigt sich also als echter Wundparasit; im zweiten oder dritten Jahre sterben etwa 30jährige Bäume ab, nachdem das Konidienlager sich unterrindig entwickelt hat. Für *Acer Pseudoplatanus* kann *D. acerina* Karst. unter Umständen gefährlich werden. Auf Zwetschenbäumen lebt *D. prunastri* (Pers.) Fries wahrscheinlich ebenfalls parasitisch, da seine Konidienform *Sphaeronema spurium* Fries an der noch lebenden Rinde entsteht. Dieselbe Art befällt auch andere *Prunus*-Arten. Es wäre wünschenswert, wenn der Parasitismus der *Dermatea*-Arten einmal einer genaueren Untersuchung unterzogen würde.

Von den Bulgarieen mit gallertigen Fruchtkörpern würde *Bulgaria polymorpha* (Oed.) Wettst. (= *B. inquinans* [Pers.]) zu erwähnen sein. Dieser nicht seltene Pilz bildet seine kreiselförmigen, braunschwarzen, gallertigen Fruchtkörper an Holz und Rinde von gefällten Eichen und Buchen aus. Die glänzend-schwarze Fruchtscheibe ejakuliert eine solche Menge von braunen, einzelligen Sporen, dafs das Substrat davon schwarz gefärbt erscheint. Wir finden bei diesem Pilze den eigenartigen Fall, dafs vier von seinen acht Ascosporen bräunlich sind, die anderen vier dagegen kleiner und hyalin. Vor der Apothecienbildung findet in den Falten der Fruchtkörper auch Konidienbildung statt. Von diesem Pilze behauptet F. LUDWIG[2], dafs er ein gefährlicher Wundparasit der Eichen sei; dieser Ansicht pflichtet P. HENNINGS[3] nach Beobachtungen im botanischen Garten zu Berlin an *Quercus rubra, palustris* und *Cerris* bei. Wie der Angriff des Mycels auf das Holz hier erfolgt, wurde bisher nicht näher untersucht, verdiente aber eine nähere Beachtung.

Die Patellariaceae unterscheiden sich von der soeben behandelten Familie dadurch, dafs ihre Fruchtkörper von Anfang oberflächlich angelegt und zur Ausbildung gebracht werden; sonst öffnen sie sich in ähnlicher Weise und zeigen dadurch die Verwandtschaft mit niederen Formen. Auch in dieser Familie treffen wir eine grofse Zahl von Flechtenparasiten an, die äufserlich den Celidiaceen aufserordentlich ähnlich sehen, sich aber durch das deutlich ausgebildete Gehäuse sofort unterscheiden. Ich verweise für diese Formen wieder auf die obengenannten Abhandlungen von W. ZOPF und auf die dort angeführte weitere Spezialliteratur. Von den übrigen Gattungen könnten vielleicht

---

[1]) Vgl. dazu G. WAGNER, Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenparasiten in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VI, 1896, S. 76.

[2]) Centralbl. f. Bakt. u. Par. II, 1887, S. 521.

[3]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, 1894, S. 266.

Arten von *Patellaria* Fries und *Hysteropatella* Rehm in Betracht kommen, bisher sind aber keinerlei Beobachtungen über ihren Parasitismus angestellt worden.

Die Familie der Mollisiaceae beginnt die Reihe der weichfrüchtigen Pezizineen, deren Fruchtkörper nicht von einem Häutchen verschlossen werden, sondern die sich krug- bis schüsselförmig öffnen; auch ein eigentliches Epithecium wird von nun an nicht mehr ausgebildet. Die Fruchtkörper der Mollisiaceen sitzen entweder von Anfang an frei dem Substrat auf oder sind anfangs eingesenkt und brechen dann heraus. Das Gehäusegewebe ist zart und besteht aus fast isodiametrischen, oft dunkel gefärbten Zellen, die nach dem Rande zu länger werden und sich in Zellfäden auflösen. Die Vertreter dieser Familie haben wenig Bedeutung, es bleibt der späteren Forschung überlassen, ihre Bedeutung als Erreger von Pflanzenkrankheiten zu erweisen. Beachtenswert ist nur die Gattung *Pseudopeziza* Fuck., deren Fruchtkörper aus verfärbten Flecken der Nährpflanze hervorbrechen. Die Fruchtscheibe ist hell und sehr klein, die hyalinen Sporen besitzen längliche Gestalt und keine Scheidewand. Ein für die verschiedensten Arten von angebautem Klee schädlicher Pilz ist *P. Trifolii* (Bernh.) Fuck., der eine Blattfleckenkrankheit des Klees hervorruft. Die Blättchen bekommen im Frühjahr oder Sommer kleine gelbe, später braun und trocken werdende Flecken, die oft fast die ganze Blattfläche einnehmen. Aus der abgestorbenen Blattsubstanz brechen oberseits die winzigen Apothecien mit ihrer gelben Scheibe und ihrem bräunlichen Gehäuse hervor. Eine Konidienform, *Sphaeronema phacidioides* Desm., findet sich ebenfalls. Auf *Medicago* kommt ein ähnlicher Schädling vor, von dem es zweifelhaft ist, ob er als besondere Art oder nur als Form des Kleepilzes aufgefafst werden mufs. Auf einer ganzen Reihe wildwachsender Pflanzen schmarotzen verwandte Arten, die uns hier nicht interessieren, nur einer soll noch gedacht werden, weil sie eine gefährliche Krankheit des Weinstockes verursacht.

Die als „roter Brenner“ bekannte Erkrankung der Weinblätter (auch Seng, Sang, Sonnenbrand, Rauschbrand benannt) zeigt sich bei Rotweinsorten im Auftreten von roten, bisweilen hellgrün oder gelblich umsäumten Flecken, die sehr häufig die Nervenwinkel einnehmen. Bei Weifsweinsorten sind die Flecken zuerst gelblich oder fast weifs und werden erst später beim Absterben der Blattgewebe hellrotbraun. Man hatte bisher die Ursache dieser in der Schweiz und am Rhein nicht seltenen Erkrankung in äufseren klimatischen Faktoren gesucht, bis H. Müller-Thurgau[1]) durch eingehende Untersuchung die parasitäre Natur des roten Brenners nachwies. Auf Querschnitten findet man in dem erkrankten Parenchymgewebe kein Pilzmycel, dagegen ist es in den Gefäfsen der verfärbten Blattnerven leicht auf Längsschnitten zu sehen. Die Fäden sind spärlich septiert und wenig verzweigt und häufig in eigentümlicher Weise geschlängelt. Die Einwirkung des Pilzes auf die Gefäfse zeigt sich durch Braunfärbung der Wände, Bildung von gummiartigen Massen, Auftreten von Thyllen. Die angrenzenden Zellen werden niemals durch direkten Angriff der Hyphen getötet, sondern wahrscheinlich durch Ausscheiden irgendwelcher enzymartigen Stoffe, welche eine Rotfärbung der Membranen und einen krümeligen Zerfall

[1]) Der rote Brenner des Weinstocks in Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt., X, 1903, S. 8.

der Chlorophyllkörner verursachen. In vielen Zellen, die dem abgetöteten Gewebe benachbart sind, treten im Innern ölartige, gelbe Körper auf, durch deren Anwesenheit die gelbe Färbung der Flecken bedingt wird. In der Nähe der Nerven wurden winzige, stark verzweigte Konidienträger mit kleinen einzelligen Sporen gefunden, und an überwinterten Blättern traten auch die Apothecien auf, die als *P. tracheiphila* Müller-Thurg. bezeichnet wurden. Das Auftreten des Pilzes findet in den Weinbergen nicht gleichmäfsig statt, sondern hauptsächlich nur an solchen Lagen, wo die Rebstöcke leicht dem Wassermangel ausgesetzt sind. Wenn in sandigen oder kiesigen Böden das Regenwasser schnell einsinkt, wenn die Wurzeln in Lehmböden oder bei flach anstehendem Felsen nicht tief genug eindringen können, so sind an solchen Stellen die Bedingungen für den Rotbrenner gegeben. Am einfachsten würde man also die Bekämpfung dadurch vornehmen können, dafs man solche Böden durch Düngung, Humuszufuhr usw. lockert, damit die Wurzeln stets genügend Wasser haben. Daneben kann man auch mit Bordeauxbrühe spritzen; doch genügen die bisherigen Beobachtungen mit diesem Fungizid nicht, um die Wirkung sicher beurteilen und gleichzeitig auch den Zeitpunkt des Spritzens sicher angeben zu können.

Echte Parasiten beherbergt die Gattung *Fabraea* Sacc. mit zwei- bis vierzelligen Sporen, doch interessieren uns diese auf wilden Pflanzen vorkommenden Arten hier nicht. Wahrscheinlich werden auch die Gattungen *Pyrenopeziza* Fuck., *Beloniella* Sacc., *Orbilia* Fries und *Calloria* Fries bei genauerer Untersuchung noch Beispiele von Parasiten geben.

Die Familie der Helotiaceae besitzt Fruchtkörper, die meistens von Anfang an oberflächlich stehen; das Gehäuse hat prosoplectenchymatisches Gefüge mit hellen Zellwänden. Besonderes Interesse beanspruchen diejenigen Formen, deren Fruchtkörper aus einem Sclerotium hervorwachsen, sie werden weiter unten eine eingehende Darstellung finden.

Erwähnt mag zuerst ein Pilz sein, der von E. Prillieux und G. Delacroix[1]) bei Taumelroggen beobachtet wurde. In der Kleberschicht dieses aus der Dordogne stammenden Roggens war ein Mycel vorhanden, das in der Kultur einen Konidienpilz ergab, der die Konidien aus dem Innern der Hyphen hervortreten liefs und deshalb *Endoconidium temulentum* genannt wurde. Später wurde dann erkannt, dafs dazu *Hymenoscypha (Phialea) temulenta* als Schlauchform gehört; die Apothecien sind klein, gelblichrot und die Sporen ellipsoidisch und hyalin. Vielleicht finden sich in dieser Gattung noch andere parasitische Pilze. Durch meist gestielte Apothecien und zuletzt zwei- bis vierzellige Sporen unterscheidet sich *Helotium* Fries, bei dem sich wahrscheinlich ebenfalls Parasiten finden werden. Von der Gattung *Lachnella* Fries, die sich von Dasyscypha durch die dickeren Gehäuse und die zuletzt zweizelligen Sporen unterscheidet, soll *L. Pini* Brunch. nach Brunchorst[2]) auf Kiefern in Norwegen auch parasitisch vorkommen und Zweige älterer Pflanzen oder junge Pflänzchen in kurzer Zeit abtöten. Die Apothecien ähneln denen des Lärchenkrebses, sind aber aufsen braun behaart. Viel wichtiger ist die Gattung *Dasyscypha* Fries, die sich

[1]) Cfr. Bull. Soc. Myc. de France VIII, 1892, S. 22.
[2]) Nogle norske skovsygdomme in Bergens Mus. Aarsberetn. 1892.

durch ihre zierlichen kleinen Apothecien mit den lebhaft gefärbten Scheiben und den hell behaarten Gehäusen auszeichnen: die Sporen sind meist ellipsoidisch, stumpf oder spitz, hyalin, und bleiben bis zur Reife meist einzellig. Hierher gehört der berüchtigte Erreger des Lärchenkrebses, *D. calycina* (Schum.) Fuck. oder wie er entgegen dem Gesetze der Priorität gewöhnlich genannt wird *D. Willkommii* Hart. (Fig. 40, *8 bis 10*).

Die Krankheit ist dem bloſsen Auge dadurch kenntlich, daſs die älteren Holzteile mehr oder weniger die Achse umfassende, eingesunkene, abgestorbene Rindenstellen zeigen, unter denen die Tätigkeit des Cambiums erloschen, dafür aber in der Umgebung gesteigert ist, so daſs die Achse dadurch eine bandartige Verbreiterung erfährt. In der Mehrzahl der Fälle befinden sich in der Mittelregion der toten Stelle abgestorbene Zweigstümpfe, durch die es wahrscheinlich wird, daſs an ihrer Basis die Erkrankung ihren Ausgangspunkt genommen hat. Die Rinde bleibt auf dem Holzkörper aufgetrocknet; an der Peripherie der erkrankten Stelle finden sich meist auch die winzigen, mit roter Fruchtscheibe und weiſsem Gehäuse versehenen Becherchen des Pilzes. Das Mycel des Pilzes wuchert im Bast in jedem Jahre zentrifugal weiter, wodurch Krebsstellen entstehen, die Ansätze zu Überwallungen zeigen, welche aber nicht zustande gekommen sind. Diese Form des Krebses ist für den Pilz besonders charakteristisch.

Das erste Symptom, das bald im Frühling, bald erst im Sommer auftritt, ist das Gelbwerden und Welken der Nadeln von einzelnen Ästen oder wohl auch vom ganzen Wipfel. Gewöhnlich findet man unterhalb der Stelle, wo die gelben Nadelbüschel beginnen, am Stamme einen Harzausfluſs aus einer aufgeborstenen, abnorm verdickten Rindenstelle. Die befallenen Zweige sterben alsbald von der Spitze aus ab. In manchen Fällen sieht man derartiges nicht, sondern der Sitz der Krankheit ist dann an der Ursprungsstelle der Zweige zu suchen, wo die Rinde abnorm verdickt oder schon der ganzen Länge nach aufgelockert und welk erscheint. In dem Maſse, als die Äste abzusterben fortfahren, bilden sich am Stamme mehr und mehr Nadelbüschel mit oft sehr langen Nadeln aus. Im letzten Stadium pflegt der Baum etwa im Juni noch einzelne fadenförmige, dünn benadelte, schlaffe Stammsprossen zu treiben, die noch vor Ende der Vegetationsperiode welken, worauf alsbald das Absterben des ganzen Stammes folgt.

Dies sind die Erscheinungen bei einem langsamen (chronischen) Verlaufe der Krankheit, der bis sieben Jahre dauern kann: es gibt aber auch eine akute Krankheitsform. Es welken dann alle Nadelbüschel gleich nach oder noch während der Entwicklung im Frühjahre, und der Baum geht noch in demselben Jahre zugrunde. Bei vier bis fünfjährigen Saatkämpen zeigen die Pflanzen in der Regel an der Stammbasis verdickte, gelockerte Rinde und Harzausfluſs. Die Krebsstelle zeigt sich zuerst als mattglänzender, eingesunkener Flecken mit glatter Oberfläche und wulstigen Rändern; bald platzt dann die Rinde längs des Wulstrandes, und der Harzausfluſs beginnt. Cambium und Splint erscheinen vertrocknet und schwärzlich, während die Ränder immer weiter aufreiſsen, verharzen und so die Stelle vergröſsern. Ein Zweig über solcher Krebsstelle wird rasch trocken. An der der Krebsstelle entgegengesetzten Seite des Stammes findet der jährliche Holzzuwachs noch statt, und dadurch entsteht die einseitige Anschwellung.

An den Krebsstellen brechen nach Absterben der Rinde kleine,

gelblichweifse Pusteln hervor, die an ihrer Oberfläche und im Innern in gewundenen Höhlungen ein Hymenium von feinen, pfriemenförmigen Konidienträgern erzeugen, auf denen kleine, einzellige, hyaline Konidien abgeschnürt werden. Die Apothecien entstehen später an denselben Stellen und erzeugen in den Schläuchen acht hyaline, eiförmige Sporen. Keineswegs trifft man die Früchte blofs an den Krebsstellen, sondern fast jedes abgefallene Ästchen der Lärche in der Ebene zeigt die Scheiben, ohne dafs äufserliche Verletzungen der Rinde wahrnehmbar wären. Die Krankheit ist besonders eingehend von M. Willkomm[1]) und von R. Hartig[2]) studiert worden, deren Beobachtungen die neueren Arbeiten nur wenig haben hinzufügen können.

Die Bäume sind in keinem Alter immun gegen den Pilz; doch scheinen jüngere Stämme bevorzugt zu werden. Nach allen Beobachtungen in der Natur und nach den Impfversuchen Hartig's ist der Pilz ausschliefslich ein Wundparasit. Die Verletzungen entstehen durch Frost, durch Wind- oder Schneebruch, Hagelschlag, Insektenfrafs, namentlich durch *Coleophora laricella* und *Chermes laricis* sowie durch Verletzungen beim Verpflanzen. Besonders häufig mag Frost und die Chermes verantwortlich für die Infektion sein. Für die Bekämpfung des Lärchenkrebses ist vor allen Dingen die Beobachtung mafsgebend, dafs an Standorten mit stagnierender Luft (also Mulden, Täler usw.) oder mit nassem Boden die Krankheit mehr wütet als an freien, luftigen Standorten. Im Gebirge, wo die Lärche ihre wahre Heimat hat, und wo sie viel mehr frosthart ist als in der Ebene, stiftet der Krebs nur wenig Schaden, falls nicht die Übelstände eines dumpfigen, feuchten Standortes dazukommen. Daraus geht also hervor, dafs man Lärchen nur an den ihnen zusagenden Standorten anpflanzen soll; vor allen Dingen müssen in der Ebene luftige Orte ausgewählt werden, wo ein völliges Ausreifen des Holzes und damit eine gewisse Frosthärte erzielt wird. Auch die Anpflanzung in geschlossenen Beständen und in der Nähe befallener Bäume ist in der Ebene möglichst zu vermeiden[3]).

Einige andere Arten der Gattung erzeugen analoge Krankheiten auf anderen Coniferen; doch sind sie noch nicht genau genug untersucht, als dafs bereits jetzt ein feststehendes Urteil über ihre Wirksamkeit möglich wäre. Dahin gehört *D. resinaria* Rehm bei der Fichte[4]). Auch diese Art ist ein Wundparasit und dringt durch Verletzungen ein, die von *Chermes abietis* oder von den Keimschläuchen eines parasitischen Pilzes aus der Gattung *Exosporium* in der Rinde verursacht werden. Nach den Beobachtungen von G. Wagner[5]) befällt *D. calyciformis* (Willd.) Rehm unter Umständen jüngere Weifstannen, Fichten und Kiefern, namentlich bei dumpfem Standort; nach seinen Versuchen ist die Art ausschliefslich Wundparasit. Wahrscheinlich werden sich auch noch andere Arten der Gattung als derartige Parasiten erweisen.

Besonders auffällig ist die Gattung *Chlorosplenium* Fries, über deren

---

[1]) Mikrosk. Feinde des Waldes. Vol. II.

[2]) Untersuch. a. d. Forstbot. Inst. zu München, I, 1880.

[3]) Vgl. dazu F. Boden, Die Lärche, ihr leichter und sicherer Anbau in Mittel- und Norddeutschland durch die erfolgreiche Bekämpfung des Lärchenkrebses. Leipzig 1899.

[4]) Cfr. G. Massee, Larch and spruce fir canker in Journ. of the Board of Agric. 1902.

[5]) Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenparasiten in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VI, 1896, S. 321.

parasitische Tätigkeit man noch nichts Sicheres weifs. Die gestielten Fruchtbecher sind bei *C. aeruginosum* (Oed.) de Not. spangrün, aufserdem wird das Holz durch das Mycel grün gefärbt. Obwohl die Fruchtkörper nicht häufig sind, kann man doch die Anwesenheit des Pilzes stets an dem grün gefärbten Holz ersehen. Ob auch lebendes Holz ergriffen wird, wissen wir nicht, die Grünfärbung[1]) des toten beruht auf einem Farbstoff (Xylindein), der in den Hyphen und Schläuchen an kleine Eiweifskörperchen gebunden ist. Aus anderen Gattungen der Helotiaceen könnten vielleicht Arten von *Ciboria* Fuck., *Rutstroemia* Karst., *Ombrophila* Fries und *Coryne* Tul. in Betracht kommen. Namentlich dürfte es sich empfehlen, auf die sehr häufige *Coryne sarcoides* (Jacq.) Tul. zu achten, deren violettrote Konidienstromata und Apothecien aufserordentlich häufig an eben abgestorbenen Zweigen und Stümpfen sich finden. Vielleicht kann die Art unter Umständen zum Parasiten werden.

Eine der interessantesten Gattungen des gesamten Pilzreiches ist *Sclerotinia* Fuck., deren Bau und Entwicklung für viele grundlegende Fragen der Pilzkunde geradezu als typisches Beispiel herangezogen werden kann. Charakteristisch für die Gattung, wie schon ihr Name besagt, ist die Bildung eines Sclerotiums, aus dem dann die gestielten, oft recht grofsen Becher hervorwachsen. Man zerlegt die Gattung in zwei Untergattungen, je nach der Art der Entstehung der Sclerotien. Bei *Stromatinia* wird das Sclerotium in den Früchten gebildet, die dadurch mumifizieren und durch ihre Gestalt für das Sclerotium formbestimmend sind. Die zweite Untergattung, *Eusclerotinia*, bringt ihre Sclerotien an oder in Stengeln, Blättern oder Wurzeln zur Ausbildung. Die äufsere Form des Sclerotiums ist mannigfaltig; häufig bleibt es ganz vom Gewebe der Nährpflanze umgeben und tritt gar nicht nach aufsen hervor, während es in anderen Fällen wieder fast oberflächlich zu entstehen scheint und ziemlich ansehnliche knollige Gebilde darstellt. Als Nebenfruchtformen sind Vertreter der Gattung *Monilia* bekannt; daneben finden sich kleine, kuglige, keimungsfähige Konidien, und endlich wird auch *Botrytis* damit in Verbindung gebracht, ganz abgesehen, dafs auch manche Arten der Formgattung *Sclerotium* als Dauermycelformen hierher gehören. Bei der grofsen Zahl der wichtigen Arten wollen wir zuerst diejenigen auf den Ericaceen schildern, deren Entwicklungsgang von M. Woronin am eingehendsten untersucht worden ist.

S. urnula (Weinm.) Rehm (= *S. Vaccinii* Woron.) befällt die Früchte von *Vaccinium vitis idaea* und formt sie zu hellfarbigen Pilzmumien (Sclerotien) um (Fig. 42, *1*, *2*). Nachdem J. Schroeter[2]) zuerst auf diese Krankheit aufmerksam gemacht hatte, nahm M. Woronin[3]) die Untersuchung des Pilzes wieder auf und stellte seinen vollständigen Entwicklungsgang fest. Die jungen Triebe der Preifselbeerpflanzen erkranken im Frühjahr, indem sie einschrumpfen, sich bräunen und mit den ihnen anhaftenden Blättern vertrocknen. In der Rinde der abgetöteten Triebe findet sich ein grofszelliges, paraplectenchymatisches, stromaartiges Pilzgewebe, in dem die braun gefärbten, und abgetöteten Rindenzellen reihenweise eingebettet noch sichtbar sind. Von diesem

---

[1]) Cfr. P. Vuillemin, Le bois verdi in Bull. Soc. des Sc. Nancy 1898.
[2]) Weifse Heidelbeeren in Hedwigia XVIII, 1879, S. 177.
[3]) Über die Sclerotienkrankheit der Vaccinien-Beeren in Mém. de l'Ac. imp. de St. Pétersb., 7. ser., XXXVI, Nr. 6, 1888.

Gewebepolster aus entwickeln sich die Konidienträger, die zuerst als einfache oder dichotom verzweigte Fäden die Cuticula durchbrechen. Sie stehen schliefslich so dicht nebeneinander, dafs die Stengel und Blätter der erkrankten Triebe mit einem dichten, weifsen Schimmellager überzogen erscheinen. An der Spitze der Träger bilden sich in einfachen oder dichotomen Reihen die perlschnurähnlich aneinanderhängenden Konidien[1]). Die einzelnen Konidien werden in einer eigenartigen Weise voneinander getrennt: anfangs hängen sie mit flach aneinanderstofsender Scheidewand aneinander; diese spaltet sich in zwei Lamellen, von denen jede in der Mitte ein kleines konisches Membranzäpfchen absondert. Beide Zäpfchen bilden zusammen einen spindelförmigen Körper, den Woronin Disjunctor nennt. Die dadurch gleichsam nur an einem Punkte noch zusammenhängenden, citronenförmigen Konidien trennen sich leicht voneinander. Der Konidienschimmel duftet angenehm nach Mandeln, wodurch Insekten angelockt werden, die dann die Konidien abstreifen und beim Besuch der Blüten auf die Narben übertragen. Die Sporen keimen hier sofort aus und bilden ein Mycelium, das sich der Placenta anschmiegt und die Fruchtknotenwandung bis zur Oberfläche der Beere durchsetzt. Es entsteht dadurch ein Sclerotium, das nach der Form der Fruchtknotenwand eine Hohlkugel darstellt, die oben und unten eine Öffnung hat. Aufsen besitzt das Sclerotium eine schwärzliche Rindenschicht, wodurch die mumifizierte Beere zuletzt bräunlich verfärbt wird; aufserdem zeigt sie eigentümliche Längsrippung. Die abgefallenen Sclerotien überwintern auf dem Boden und entwickeln unmittelbar nach der Schneeschmelze die Schlauchfrüchte. An 2 bis 10 cm langen, braunen und am Grunde braunhaarigen Stielen entstehen an der Spitze flache, 0,5 bis 1,5 cm breite, bräunliche Scheiben. Die Schläuche sind langcylindrisch und, wie die ellipsoidischen, farblosen Sporen, von aufserordentlich regelmäfsiger Gestalt. Die Sporen werden mit grofser Gewalt herausgeschleudert und keimen, wenn sie auf junge Preifselbeertriebe treffen, mit einem oder zwei feinen Keimschläuchen aus, die zwischen zwei benachbarten Epidermiszellen in die Gewebe der Wirtspflanze eindringen und hier zuerst nach einem Gefäfsbündel wachsen. Von diesem aus wachsen sie vorwiegend im Cambium vorwärts und gehen dann erst in die Rinde zurück, wo sie das obenerwähnte stromatische Gewebe bilden. Der Pilz tötet die Gewebezellen nicht durch seine Berührung ab, sondern durch Enzyme, die die umgebenden Zellen vergiften und bräunen; erst in derartig abgestorbene Zellkomplexe dringt dann der Faden weiter vor. Diese Mumifizierung der Preifselbeerfrüchte ist eine weit verbreitete Krankheit, die wohl im ganzen Verbreitungsbezirk der Pflanze zu finden sein dürfte[2]). Aufser den erwähnten Fruchtformen kommen nur noch kleine kuglige Konidien vor, die aber nicht auskeimen und bisher nur in Kulturen beobachtet wurden. Sie entstehen an den Sporen oder Konidien oder am Mycel in kleinen Ketten und werden oft in grofser Menge gebildet, ohne dafs es bisher gelungen ist, ihre Funktion aufzuklären.

Auf der Heidelbeere *(Vaccinium Myrtillus)* schmarotzt eine ver-

---

[1]) Brefeld hat sie als Chlamydosporen angesprochen (Untersuch. a. d. Gesamtgebiete d. Myk. X, S. 317), wohl aber kaum mit Recht, denn die Sporen von *Monilia* machen nicht den Eindruck von Chlamydosporen.

[2]) Vgl. dazu P. Ascherson und P. Magnus, Die Verbreitung der hellfrüchtigen Spielarten der europäischen Vaccinien in Verh. d. zool.-bot. Ges., Wien 1891, S. 677.

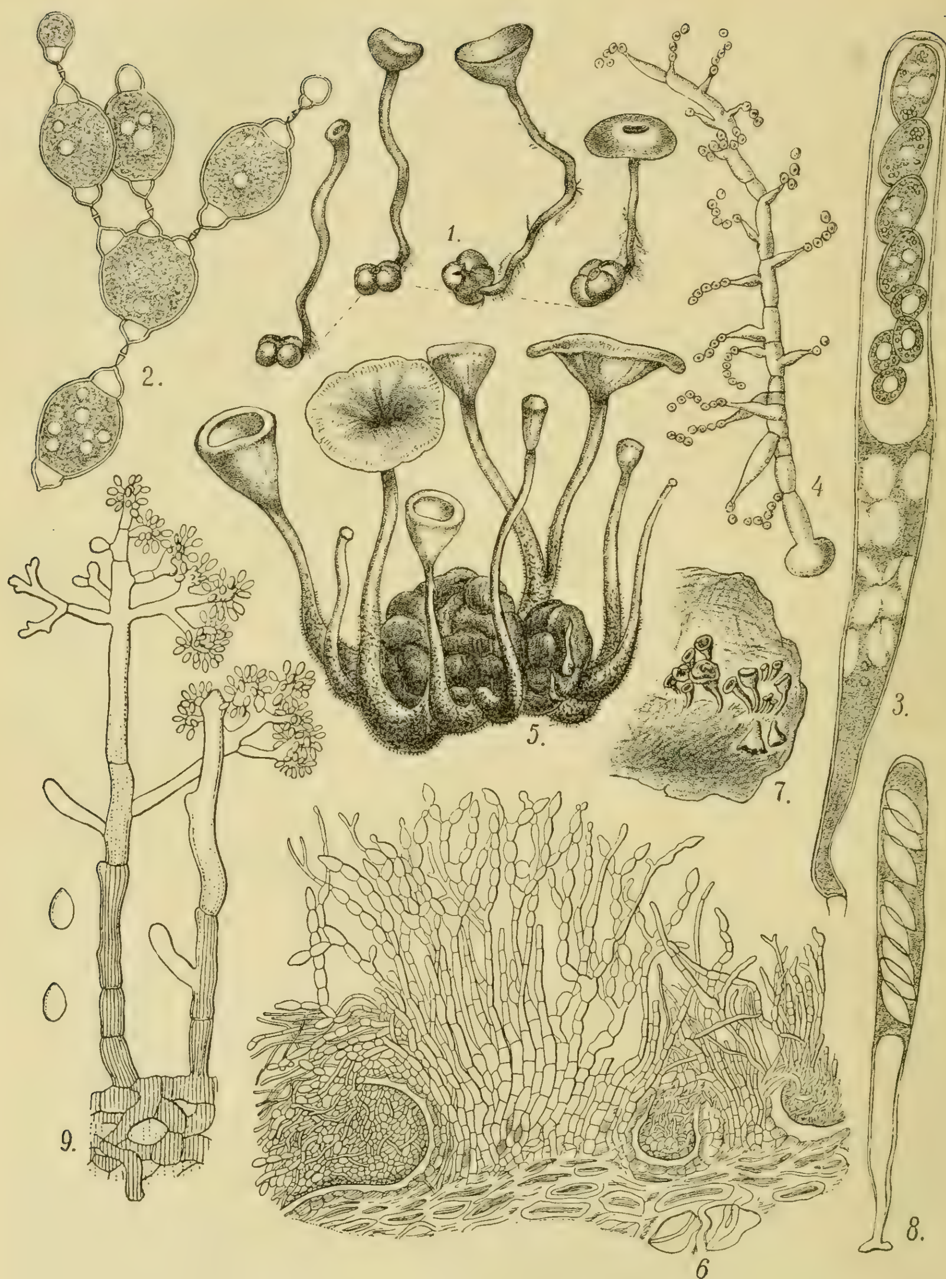


Fig. 42. Sclerotinien und ihre Nebenfruchtformen.

1—2 Sclerotinia urnula (Weinm.) Rehm. *1* Vier Sclerotien mit den Apothecien in verschiedener Entwicklung, nat. Gr. *2* Moniliakette mit Disjunktoren, 520 : 1. *3 S. baccarum* (Schroet.) Rehm, Schlauch, 520 : 1. *4 S. Trifoliorum* Eriks., Bildung der kleinen Konidien, 350 : 1. *5 S. tuberosa* (Hedw.) Fuck., Sclerotium und Becher, nat. Gr. *6 S. cinerea* Schroet., Durchschnitt durch ein Polster von *Monilia cinerea*, vergr. *7—8 S. fructigena* Schroet., Apothecien auf einer Apfelmumie, 2 : 3. *8* Schlauch, 650 : 1. *9 Botrytis cinerea* Pers., Konidienträger, stark vergr. (*1—3* nach Woronin, *4* nach Brefeld, *5* nach Lindau, *6*, *9* nach Sorauer, *7*, *8* nach Aderhold und Ruhland.)

wandte Art, *S. baccarum* (Schroet.) Rehm (Fig. 42, *3*). Sie unterscheidet sich vom Preifselbeerpilz hauptsächlich dadurch, dafs das in der Rinde der Stengel nistende stromaartige Gewebe fehlt. Die Konidienträger werden nur an der konkaven Seite der herabgebogenen Stengel ausgebildet, und die Konidien sind kuglig mit winzigen Disjunctoren. Die Apothecien wachsen aus dem halbkugligen, oben offenen Sclerotium mit etwas kürzerem, glatten Stiel heraus. Die Sporen sind ein wenig gröfser, und vier von ihnen sind kleiner und weniger gut ausgebildet als die anderen. Das Sclerotium in der Frucht ist hellfarbig und kann leicht mit weifsfrüchtigen Beeren der Pflanze[1]) verwechselt werden. Der Pilz ist in Mitteleuropa weit verbreitet, aber nirgends sehr häufig.

S. Oxycocci Woron. tritt in ähnlicher Weise auf *Vaccinium Oxycoccus* auf wie der Preifselbeerenpilz, unterscheidet sich aber durch die Schlauchsporen, von denen vier bedeutend kleiner sind als die anderen. Auf *Vacc. uliginosum* findet sich endlich noch eine vierte Art, *S. megalospora* Woron. Ihre Konidienrasen entwickeln sich in Form weifsgrauer, dichter Schimmelrasen an der Unterseite der welkenden und dann sich bräunenden Blätter an dem Hauptnerv entlang, seltener auch an den Blattstielen. Die Konidien sind kuglig; die Sclerotien bilden allseitig geschlossene, schwarz berindete Hohlkugeln. Die Apothecienstiele bleiben kahl, und die Sporen sind noch gröfser als bei *S. baccarum*, aber alle gleich grofs.

In den Fruchtknoten von *Rhododendron ferrugineum* und *hirsutum* in den Alpen kommt *S. Rhododendri* E. Fisch. vor; die Sclerotien dieses Pilzes füllen die Hohlräume der Fruchtknotenfächer vollständig aus. Äufserlich unterscheiden sich die erkrankten Fruchtknoten nur durch die geringere Gröfse und das leichte Abfallen von den gesunden. Eine besonders merkwürdige und theoretisch wichtige Art ist *S. Ledi* Naw.[2]) (= *S. heteroica* Wor. et Naw.). Die Art war nach Analogie des Pilzes auf Rhododendron von Woronin und Nawaschin vorausgesagt worden und wurde dann auch wirklich in Rufsland aufgefunden. Da sich die Konidienfruktifikation am Sumpfporst nicht auffinden liefs, so kamen die beiden Forscher auf die Vermutung, dafs vielleicht eine Heterröcie vorliegen möchte, wie sie bis dahin nur bei den Uredineen bekannt war. Ihre Vermutung wurde durch Impfversuche und Funde im Freien bald bestätigt. Es entwickeln sich nämlich die Konidienlager auf *Vaccinium uliginosum*. Nachdem die jungen Blättchen durch die Ascosporen infiziert worden sind, wobei der Keimschlauch sowohl zu den Spaltöffnungen wie zwischen den Epidermiszellen eindringen kann, wächst das Mycel den Gefäfsen entlang wandernd weiter und infiziert den gesamten Trieb mit den Blättern. Die Gewebe welken und bräunen sich, und die Konidienträger brechen überall hervor. Das Auftreten dieser Konidienform ist also wesentlich anders als das von *S. megalospora*, die ebenfalls auf *V. uliginosum* vorkommt. Die Konidien gelangen dann durch Insekten auf die Narben von Ledum und rufen in den Fruchtknoten die Bildung der Sclerotien hervor, aus denen dann die Apothecien herauswachsen. Mit der Erforschung des Entwicklungsganges dieses Pilzes wurde die wichtige Frage nach einer Heteröcie bei den Ascomyceten im bejahenden Sinne gelöst. Diese Er-

---

[1]) Siehe Anm. 2 auf S. 283.

[2]) Woronin, M., und Nawaschin, S., Sclerotinia heteroica in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten VI, 1896, S. 129; hier die übrige Literatur.

kenntnis ist von der allergröfsten Wichtigkeit für das Verhältnis der Fungi imperfecti zu ihren Schlauchformen; bei vielen wird der Zusammenhang nicht leicht zu konstatieren sein, weil die Heteröcie diese Erkennung aufserordentlich erschwert.

Auf den Früchten von Betulaceen wurden ebenfalls Sclerotinia-Arten gefunden. So werden bei *Alnus incana* nicht selten die Früchte in den Zäpfchen zu Pilzsclerotien umgewandelt. R. MAUL[1]) fand, dafs aus den Sclerotien eine Penicillium-artige Konidienvegetation entsteht, O. ROSTRUP[2]) hat dann auch die Becher der *Sclerotinia Alni* Maul in Dänemark entdeckt. Die Art ist auch von WORONIN in Finnland gefunden worden, so dafs ihr Verbreitungsbezirk ein sehr grofser sein dürfte. In Birkenfrüchten wurde von M. WORONIN und S. NAWASCHIN die *S. Betulae* Wor. aufgefunden und von letzterem Autor genauer untersucht. Die Konidienfruktifikation dieser bisher in Rufsland und Deutschland nachgewiesenen Art wurde noch nicht aufgefunden.

Die weitaus bekanntesten und als Pflanzenfeinde berüchtigtsten Arten kommen auf den Früchten der Rosaceen vor. Durch M. WORONIN'S[3]) Untersuchungen wurden *S. Padi* Wor. und *S. Aucupariae* Ludw. zuerst genauer bekannt und verdienen wegen gewisser Abweichungen vom Entwicklungsgang der Vacciniensclerotien besondere Beachtung. Die erstere, auf *Prunus Padus* auftretende Art ejakuliert im Frühjahr ihre Schlauchsporen, welche die um diese Zeit sich entfaltenden jungen Blätter treffen. Die Sporen kleben mittels einer zarten Hüllmembran an der Blattoberfläche an und keimen sofort aus, indem sie ihren Keimschlauch direkt durch die Epidermis oder an der Grenze zwischen zwei Epidermiszellen, niemals aber durch eine Spaltöffnung ins Innere des Blattes eindringen lassen. Gewöhnlich wird die Unterseite infiziert, und von hier aus gehen die Pilzhyphen in die Gefäfsbündel und breiten sich dem Hauptnerven entlang im Blattstiel und von da auch in dem jungen Triebe aus. Die von den Hyphen durchzogenen Stellen des Blattes werden braun und sterben ab. Das Mycel breitet sich zuletzt im Blattgewebe aus und wächst bis unter die Cuticula, wo es sich in kurze Zellen gliedert: aus jedem Gliede wächst senkrecht ein Konidienträger nach oben, wodurch die Cuticula hochgewölbt und wellenförmig wird. Beim weiteren Herauswachsen der Konidienträger reifst sie schliefslich auf, und die Träger, welche sich meistens dichotom verzweigen, erzeugen nun in Ketten ihre citronenförmigen Konidien. Die einzelnen Konidien trennen sich, wie wir das bei *S. urnula* gesehen haben, durch den Disjunctorapparat; wir haben also hier ebenfalls den Typus der *Monilia*-Konidien vor uns. Die Konidienrasen bilden auf Blättern und Stengeln einen schimmelartigen, grauweifslichen, pulverigen Anflug und riechen, wie bei *S. urnula*, nach Mandeln. Diese Konidien gelangen nun durch den Wind oder Insekten auf die Narben der Blüten, wo gewöhnlich drei bis fünf miteinander kopulieren und einen gemeinsamen kräftigen Keimschlauch austreiben, der durch den Griffelkanal in den Fruchtknoten hinabwächst. Hier entwickelt sich das Mycel üppig, wie WORONIN genau verfolgt hat, und bildet ein Sclerotium, das nur von den äufsersten Lagen der Fruchtknotenwandung, die runzelig

---

1) Hedwigia 1894, S. 213.
2) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VII, 1897, S. 257.
3) Die Sclerotienkrankheit der gemeinen Traubenkirsche und der Eberesche in Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. de St.-Pétersbourg, 8. ser., II, Nr. 1, 1895.

einschrumpft, bedeckt ist. Die infizierten Früchte einer Traube bleiben in ihrem Wachstum auffällig gegenüber den nicht vom Pilze befallenen zurück und werden braun und trocknen vollständig mumienartig ein. Bei feuchter Witterung bedecken sie sich mit den Monilia-Rasen, eine Erscheinung, die bei den Vacciniensclerotien nie beobachtet wurde. Erst im Spätherbst fallen die Mumien ab, um am Boden die weitere Entwicklung durchzumachen, die dadurch vor sich geht, dafs aus ihnen im Frühjahr die Becherchen hervorwachsen, deren Stiellänge von 1 mm bis 2,5 cm schwankt. Die Becher sind höchstens 7 bis 8 mm breit, kastanienbraun, mit hellerer Scheibe; am Grunde des Stieles wachsen einzelne Härchen hervor. Die Sporen sind farblos, eiförmig und alle von gleicher Gröfse; sie werden alle auf einmal herausgeschleudert und beginnen nun ihre Entwicklung auf den jungen Blättern von neuem. Wenn die Sporen in Wasser ausgesät werden, so bilden sich unmittelbar an ihnen die kleinen, keimungsunfähigen Konidien in Ketten aus; in gleicher Weise verhalten sich auch die Konidien. In Nährlösungen dagegen werden Keimschläuche gebildet, die bald an ihren Verzweigungen die gewöhnlichen Monilia-Konidien erzeugen.

Ganz ähnlich ist der Entwicklungsgang der *S. Aucupariae* auf den Früchten von *Sorbus aucuparia*. Da die Unterschiede hauptsächlich auf Gröfsenverhältnissen bei den Dimensionen der Schlauchfrüchte, Sporen usw. beruhen, so erübrigt es sich, hier näher darauf einzugehen.

Eine diesen beiden sehr nahe verwandte Art, *S. Linhartiana* Prill. et Delacr. (= *S. Cydoniae* Schellenb.), kommt auf Quitten vor und wurde zuerst von E. Prillieux und G. Delacroix[1]), später von C. Schellenberg[2]) untersucht, so dafs der Entwicklungsgang bekannt ist, obwohl die Konidienzugehörigkeit noch näher untersucht werden mufs. Wenn die Quittenblättchen im Frühjahr von dem Pilze infiziert sind, so nehmen sie eine gelbbraune Farbe an, und auf ihrer Oberseite treten kleine, aschgraue Konidienräschen hervor. Die Konidienketten zeigen die bekannte Monilia-Form und sind mit Disjunctoren versehen. Die Konidien können bereits auf den Blüten keimen und ihren Keimschlauch von der Oberseite der Blätter durch die Cuticula hindurch in das Innere hineinsenden. Auf der Narbe keimen die Konidien in der bekannten Weise aus, indem der Keimschlauch durch den Griffelkanal in den Fruchtknoten hineinwächst und zuerst die Eizelle, dann erst die Fruchtknotenwandungen durchsetzt. Ähnlich wie bei *S. Padi*, so kopulieren auch hier erst mehrere Konidien, bevor derKeimschlauch hervorkommt. Bereits im Juni ist die Quittenfrucht in ein Sclerotium umgewandelt, das dann im Herbst abfällt und im nächsten Frühjahr zur Sclerotinia auskeimt. Die Stiele der Apothecien sind 1 bis 1,5 cm lang, die Scheibe 0,5 bis 1 cm breit, meist bräunlich, die Aufsenseite der Becher weifslichmehlig. An den Sporen sind ähnliche keimungsunfähige Konidien beobachtet worden, wie sie Woronin bei seinen Arten gesehen hat. Von besonderer Bedeutung an dieser Art ist, dafs das Mycel von den Blättern aus in die Triebe hineinwächst und im Rindengewebe und im Leptom der Gefäfsbündel überwintert. Von hier aus kann dann im

---

[1]) Ciboria Linhartiana, forme ascospore de Monilia Linhartiana in Bull. Soc. Myc. France IX, 1893, S. 196; vgl. auch G. Delacroix, l. c. XIX, 1903, S. 347.

[2]) Über die Sclerotienkrankheit der Quitte in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1899, S. 205.

Frühjahr eine Infektion der Blätter erfolgen, ja sogar die Knospen können ergriffen werden; im Gegensatz aber zu denen, die von der Narbe aus infiziert sind, werden in solchen Früchten niemals Sclerotien gebildet, sondern sie fallen vorzeitig ab. Daſs zu dieser Art eine Monilia gehört, steht nach SCHELLENBERG's Untersuchungen auſser Zweifel; dagegen erscheint es höchst unsicher, ob gerade *Monilia Linhartiana* Sacc., wie die beiden französischen Forscher wollen, dazu gehört. Bei der sehr weitgehenden Spezialisierung der Sclerotinia-Arten wäre es kaum denkbar, daſs dazu diese nur auf *Prunus Padus* beobachtete Monilia gehören sollte. Klarheit über diesen Punkt können allein Infektionsversuche bringen, die bisher nur mit negativem Erfolg angestellt sind. Desgleichen soll nach DELACROIX auch *Ovularia necans* Passer. auf *Mespilus germanica* mit der Monilia identisch sein. Auch diese Angabe ist stark zu bezweifeln, da nach SCHELLENBERG's Beobachtungen der Quittenpilz die Mispel nicht ansteckt. Wahrscheinlich ist die Vermutung WORONIN's richtig, daſs die *Ovularia necans* zu einer selbständigen Mispelsclerotinia gehört.

Eine analoge Krankheit befällt auch die Blätter von *Crataegus Oxyacantha*, auf denen von H. DIEDICKE eine *Monilia Crataegi* gefunden wurde; die Früchte werden in der bekannten Weise mumifiziert und geben nachher den Bechern von *S. Crataegi* P. Magn. ihren Ursprung [1]).

Wir kommen nun zu drei Arten, die von auſserordentlicher Wichtigkeit sind, aber bisher noch nicht scharf auseinandergehalten werden konnten, weil man die Schlauchformen nicht kannte. Nachdem jetzt durch die Arbeiten von R. ADERHOLD und W. RUHLAND [2]) die Apothecien bekannt geworden sind, lassen sich die Unterschiede dieser Arten leichter festlegen und die von ihnen verursachten Schäden klarer umschreiben. Die Konidienformen, welche sehr ähnlich aussehen, wurden stets miteinander verwechselt und meist mit dem Sammelnamen *Monilia fructigena* bezeichnet. Daneben war noch eine *M. cinerea* bekannt, die bereits M. WORONIN [3]) als Art wieder zu Ehren gebracht hat, und auſserdem wurde als zweifelhafte Art *M. laxa* angesehen, die jetzt durch ADERHOLD und RUHLAND als gute Species anerkannt worden ist. Die Eigenschaften der drei Arten sind folgende.

S. fructigena Schroet. (Fig. 42, *7, 8*) entwickelt ihre Apothecien an Mumien von Äpfeln oder Birnen, die aber wahrscheinlich zwei Winter überstehen müssen, ehe das Sclerotium reif ist. Die Apothecien besitzen einen 0,5 bis 1,5 cm langen, dünnen Stiel und eine anfangs trichterförmige, später flache und in der Mitte vertiefte Scheibe von 3 bis 5 mm Durchmesser. Die anfangs gelbbraune Farbe der Scheibe geht später ins Graue über mit hellerem Rande. In den cylindrischen Schläuchen entwickeln sich acht eiförmige Sporen, die beidendig deutlich zugespitzt sind und dadurch von denen der anderen Sclerotium-Arten abweichen. Zu dieser Schlauchform gehört als Konidienform *Monilia fructigena* Pers. Sie bildet oberflächliche, kissenförmige Rasen, die häufig durch Zusammenflieſsen groſse Dimensionen annehmen. Die Farbe dieser Rasen ist zuerst ein reines Weiſs, geht dann aber, wenn

---

[1]) P. MAGNUS, Sclerotinia Crataegi in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXIII, 1905, S. 197.

[2]) Zur Kenntnis der Obstbaum-Sclerotinien in Arb. a. d. Biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtsch. am Kais. Gesundheitsamt, IV, 1905, S. 427.

[3]) Über Sclerotinia cinerea und S. fructigena in Mém. de l'Ac. Imp. des sc. de St.-Pétersbourg, 8 ser., X, Nr. 5, 1900; hier die Literatur über beide Arten.

die Konidien sich zu bilden beginnen, in ein schmutziges Ocker- oder Goldbraun über. Die Konidien tragenden Fäden sind einfach oder auch wenig dichotom verzweigt und tragen an ihren Enden mehr oder weniger lange, oft verzweigte Konidienketten mit eiförmigen oder länglich-eiförmigen Konidien. Disjunctoren kommen nicht vor, sondern die Konidien werden frei, indem ihre aneinander stoſsenden Wandungen sich spalten, bis sie sich nur an einem Punkte berühren und sich dann trennen. Auch Mikrokonidien von der bekannten kugligen Form sind beobachtet worden. Die Konidienform kommt hauptsächlich an Birnen und Äpfeln vor und wird zwar auch von anderen Steinobstfrüchten angegeben, doch ist ihr Auftreten dort noch zweifelhaft. Über das Auftreten des Mycels in den Blüten und Trieben soll weiter unten erst gesprochen werden.

S. laxa Aderh. et Ruhl. entwickelt die Apothecien auf Aprikosenmumien. Sie sehen ähnlich denen von *S. fructigena* aus, aber die Sporen sind eiförmig und stets an den Enden abgerundet, auch etwas kleiner. Meistens fanden sich auch einige kleinere Öltröpfchen, die stets bei *S. fructigena* fehlen. Hierzu gehören Konidienlager, welche als *Monilia laxa* Ehrenb. beschrieben worden sind und denen von *S. cinerea* in der Farbe gleichen. Die Konidien selber sind zwar ein wenig gröſser, doch läſst sich darauf kein verläſslicher Unterschied aufbauen. Daſs wir es aber mit einer besonderen Art gegenüber den beiden anderen zu tun haben, geht aus der verschiedenen Gröſse der Schlauchsporen und den Infektionsversuchen hervor.

S. cinerea Schröt. (Fig. 42, *6*) endlich wurde von J. B. Norton[1]) in Schlauchfruktifikation gefunden. Zwar glaubte er, *S. fructigena* vor sich zu haben, aber die Nachuntersuchung von Aderhold und Ruhland ergab mit Sicherheit, daſs die aufgefundenen Apothecien nur zu *S. cinerea* gezogen werden können. Der Stiel ist 3 bis 5 cm lang und dicker als bei *S. fructigena*; die Becher sind anfangs glockenförmig, später flach und 2 bis 15 mm breit, bräunlich. Die Sporen haben eiförmige Gestalt und abgerundete Enden und sind noch kleiner als bei den anderen beiden Arten. Die Konidienform, *M. cinerea* Bon., zeigt äuſserlich im Bau der Rasen keine Besonderheiten; dagegen färben sich die Hyphen und Konidien grau, wodurch eine deutliche Graufärbung der gesamten Rasen erzielt wird. Diese Färbung erlaubt die Art stets von *M. fructigena* scharf zu trennen. Auch hier wurden die keimungsunfähigen, kugligen Konidien, wie bei den anderen beiden Arten, beobachtet. Der Pilz tritt auf Kirschen, Pflaumen und Pfirsichen auf und kann auch die Blüten und Triebe infizieren und abtöten.

Wie schon oben gesagt wurde, haben die früheren Autoren diese drei Arten in ihren Konidienformen vielfach nicht scharf auseinandergehalten, und was man daher in der älteren Literatur unter *M. fructigena* angegeben findet, kann sich ebensogut auf eine der beiden anderen Arten beziehen. Um eine schärfere Trennung der Arten zu ermöglichen, haben sowohl Woronin wie Aderhold und Ruhland eine groſse Reihe von Übertragungsversuchen angestellt, die in Kürze das Resultat ergaben, daſs *S. fructigena* das Kernobst, *S. cinerea* das Steinobst und *S. laxa* die Aprikosen bevorzugen. Die Übertragungen wurden so vorgenommen, daſs die Narben der betreffenden Obstblüten mit

[1]) Sclerotinia fructigena in Trans. of the Acad. of St. Louis, XII, 1902, S. 91.

Konidien oder Ascosporen infiziert wurden. Je nach dem schnelleren oder langsameren Fortschreiten des Absterbens der Blüten und Blütenstiele (resp. Triebe) läfst sich dann ein Schlufs darauf machen, ob die Pilzart der Pflanze angepafst ist oder nicht. Daraus geht das wichtige Resultat hervor, dafs die Arten sich auch auf andere Obstsorten, als wie oben angegeben, übertragen lassen, dafs aber die Infektionen nicht mit der Schnelligkeit und Promptheit erfolgen wie bei den Obstbäumen, worauf sie angepafst sind. Wir haben es bei den drei Arten augenscheinlich mit Pilzen zu tun, deren Anpassung sich noch nicht so weit gefestigt hat, wie es etwa bei den Ericaceensclerotinien der Fall ist. Trotzdem aber kann man sagen, dafs im Freien im allgemeinen die Nährpflanzen bestimmt sind, so dafs es z. B. seltener vorkommt, dafs Apfeltriebe von *S. cinerea* befallen werden oder *S. fructigena* die Kirsch-

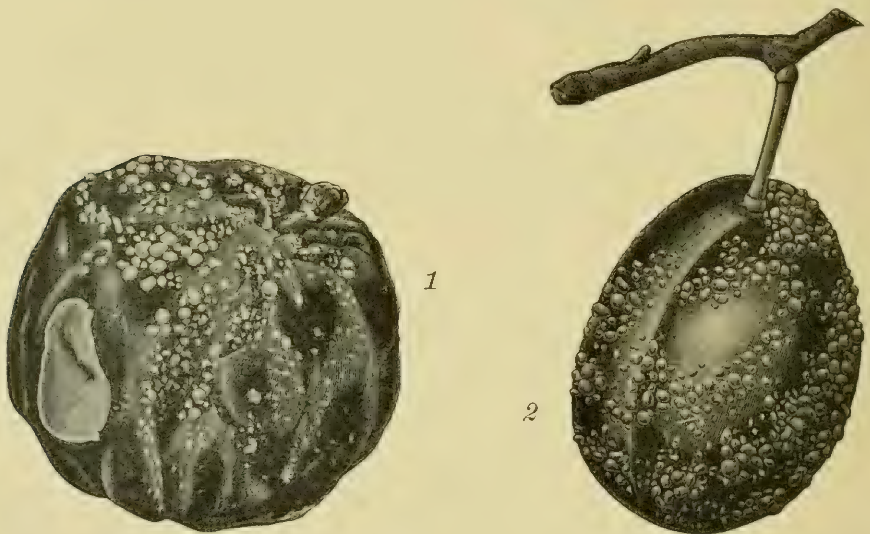


Fig. 43. Früchte mit Moniliafäule.
1 Apfel mit Schwarzfäule. *2* Pflaume mit Moniliapolstern. Nat. Gr. (Nach Sorauer.)

bäume infiziert. Wie wenig bei den Monilia-Arten die Anpassung gefestigt ist, geht aus den zahlreichen, in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts von Sorauer ausgeführten Impfversuchen hervor[1]). Es gelang Sorauer, die Monilia von Äpfeln auf Haselnüsse, Pfirsichen, Aprikosen und Weinbeeren zu übertragen; ferner wurde von Haselnüssen der Pilz auf Äpfel, Pflaumen, Hagebutten und Weinbeeren geimpft. Bei letzteren war allerdings die Entwicklung spärlich, und die Impfung versagte oft.

Wenn wir daher jetzt zur näheren Betrachtung der durch die Monilien verursachten Krankheiten der Obstbäume übergehen, so mag man sich an der Hand der gegebenen Bemerkungen über die jedesmal in Betracht kommende Art orientieren; aus den Publikationen geht es

---

[1]) Sorauer, Erkrankungsfälle durch Monilia in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 1899, S. 225. 1900, S. 148, 274.

nicht immer mit Sicherheit hervor. Es ist auch zur Beurteilung der Erkrankungen kaum notwendig, dafs stets systematisch richtig bestimmtes Material vorliegt; denn die Krankheitserscheinungen treten stets so gleichartig auf, dafs es genügt, von der Monilia-Krankheit zu reden.

In erster Linie wirkt die Monilia auf die Früchte des Stein- und Kernobstes ein, die dadurch zu Mumien eintrocknen. Das Mycel wuchert im Fruchtfleisch und bildet unterhalb der Epidermis stromatische Lager, welche die Epidermis durchbrechen und zurückschlagen. Darauf entstehen die Konidienträger, die dann mit den Konidien die bekannten Schimmelpolster bilden (Fig. 43, *2*). Wenn die Infektion der Frucht an einer Stelle erfolgt, so sieht man häufig, dafs die Konidienpolster in konzentrischen Ringen angeordnet sind, ein Zeichen dafür, dafs das Mycel im Innern des Fruchtfleisches sich zentrifugal ausbreitet. Nicht immer brechen beim Kernobst die Konidienträger aus der Oberhaut der Früchte hervor, sondern SORAUER hat zuerst bei Äpfeln eine Krankheitsform beobachtet (Schwarzfäule), bei der sie allmählich einschrumpfen, bis sie zu steinharten schwarzen Mumien eingetrocknet sind (Fig. 43, *1*). Das ganze Innere wird vom Mycel durchwuchert, aber zur Bildung von oberflächlichen Konidien kommt es meistens nicht. Unter welchen Bedingungen diese eigenartige Infektion zustande kommt, wissen wir nicht. Bestimmte Sorten, wie z. B. Reinetten, neigen besonders zur Schwarzfäule.

Die Früchte lassen sich durch die Konidien leicht infizieren, wenn kleine Verletzungen der Oberhaut angebracht werden. Im Freien dürfte der häufigste Infektionsmodus ebenfalls der durch Verletzung sein, wozu ja Insekten häufig Veranlassung geben. Auch durch abnorme Witterungsverhältnisse können die Früchte zum Aufplatzen gebracht werden, wodurch gleichfalls eine Eingangspforte für den Pilz entsteht. Ob er befähigt ist, die unverletzte Oberhaut zu durchbohren, namentlich auch die Wachsschicht der Äpfel zu durchdringen, ist noch nicht mit Sicherheit erwiesen; wenn es der Fall wäre, so müfste wohl sicher die Widerstandsfähigkeit der Früchte eine Herabsetzung erfahren haben. Beim Kernobst könnte man auch an eine Infektion am Blütenansatz denken, namentlich bei jüngeren Früchten. In normalen Jahren werden nicht viele Früchte durch die Monilia zerstört, wohl aber kann sie sich in nassen Jahren epidemisch ausbreiten und von den Früchten aus gesunde Blätter durchwachsen.

Die zu Mumien vertrockneten Früchte bleiben meistens am Baume sitzen, und die Konidien können im Frühjahr von neuem Infektionen veranlassen. Auch bei der Aufbewahrung im Winterlager können Äpfel und Birnen der Moniliafäule zum Opfer fallen, namentlich wenn die Aufbewahrungsräume dumpfig und feucht sind und dadurch die Ausbreitung von Schimmelpilzen ohnehin begünstigen.

Ganz anders nun entwickelt sich die Krankheit, wenn nicht die jungen oder reifen Früchte, sondern bereits die Blüten oder Zweige befallen werden. Aus den Versuchen WORONINS wissen wir, dafs die Keimschläuche der Konidien durch den Griffel in den Fruchtknoten eindringen können; von hier aus aber gehen sie im Gegensatz zu den die Frucht vollständig sclerotisierenden Arten in den Blütenstiel und von da in den Trieb über. Die Triebe können dadurch auf weite Strecken im Holz gebräunt werden und absterben. Dafs neben der Blüteninfektion auch eine direkte Ansteckung der jungen Zweige er-

folgen kann, ist sicher, aber es bedarf dazu vorheriger Verletzungen, die sowohl durch Verwundung wie durch Frost erzeugt sein können. Glücklicherweise kommt dies epidemische Auftreten der Monilia, das aufserordentlich vielen Schaden, namentlich am Steinobst, anrichten kann, nur selten vor, und jedesmal kann man abnorm feuchtes Wetter dafür verantwortlich machen. In den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts gab das plötzliche Auftreten und die aufserordentlich schnelle Ausbreitung des Zweigabsterbens durch die Monilia zu grofsen Befürchtungen für unsern Obstbau Anlafs, aber die Wiederkehr trockner Sommer hat die Epidemie seither so weit zum Erlöschen gebracht, dafs jede Gefahr als beseitigt gelten kann. Freilich kann die Wiederkehr anormaler Witterung jederzeit auch die Epidemie wieder aufleben lassen [1]).

Aus diesem Grunde dürfen wir uns nicht auf das Wetter bei der Bekämpfung der Krankheit verlassen, sondern müssen selbst eingreifen, um bei herrschender Epidemie die Verbreitung des Pilzes möglichst zu beschränken. In erster Linie ist dazu notwendig, dafs die Mumienfrüchte, welche am Baume hängen geblieben sind, abgenommen und vernichtet werden. Ferner müssen die erkrankten Zweige bis zum gesunden Holz heruntergeschnitten und ebenfalls durch Feuer vernichtet werden. Daneben kann nun noch die direkte Abtötung der Konidien vorgenommen werden, obwohl der Erfolg nicht immer bedeutend ist. Nach G. Jstvanffy [2]) keimen die Moniliasporen bei 39 bis 41 ° nicht mehr: starker Frost vermag, wenn langsames Auftauen nachfolgt, binnen sechs Tagen 70 % der Konidien abzutöten. Bei trockner Aufbewahrung behalten die Konidien ein halbes Jahr ihre Keimkraft, gehen aber bei starken Temperaturschwankungen oder bei einer sechs Tage währenden Gefrierpunkttemperatur zugrunde. Gegen Bordeauxbrühe sind die Konidien sehr widerstandsfähig, nicht so gegen Calciumbisulfit, wovon schon eine 1,5 %ige Lösung genügt, um sichere Abtötung herbeizuführen. Sehr empfehlenswert ist eine mehrmalige Bespritzung mit schwacher Lösung des Fungizids, weil dadurch die Keimschläuche der inzwischen vielleicht doch ausgekeimten Konidien abgetötet werden. Ob die Bespritzung aber in jedem Falle Erfolge verspricht und die Kosten des Verfahrens nicht etwa den erreichten Nutzen übersteigen, erscheint noch nicht genügend sichergestellt.

Die nun zu besprechenden Arten gehören der Untergattung *Eusclerotinia* an; ihre Sclerotien sind von unregelmäfsiser Gestalt und entstehen an beliebigen Stellen der Nährpflanze. Eine der bekanntesten Arten ist *S. Fuckeliana* (de By.) Fuck. Die Apothecien wurden bisher nur auf Sclerotien entwickelt gefunden, welche als flache, schwarze, schwielenförmige, bis etwa 0,5 cm lange, harte Körperchen an Blättern

---

[1]) Ich verweise in bezug auf die Monilia-Krankheit aufser auf die schon genannten Arbeiten noch auf die folgenden: J. E. Humphrey, The Brown Rot of stone fruits in 11. Ann. Rep. Massach. Agric. Exp. Stat. 1890 and Bot. Gaz. 1893, S. 85; B. Frank und F. Krüger, Die Monilia-Epidemien der Kirschbäume in Gartenflora, 1897, S. 320, 394; 1898, S. 96, und Landwirtsch. Jahrb. XXVIII, 1899, S. 185; P. Sorauer, Erkrankungsfälle durch Monilia in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IX u. X (1899, 1900); M. Woronin, Kurze Notiz über Monilia fructigena in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VII, 1897, S. 196; vgl. ferner die zahlreichen Literaturnachweise bei Woronin in der S. 288, Anm. 3 angegebenen Arbeit über S. cinerea und S. fructigena.

[2]) Über die Lebensfähigkeit der Botrytis-, Monilia- und Coniothyrium-Sporen in Mathem. ès termèszett. èrtes. XXI, 1903, S. 222 (cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkr. XIV, S. 301, und XIII, S. 241).

und Ranken faulender Reben oberflächlich sich vorfinden. Diese Sclerotien scheinen wie mit Stachelchen besetzt, da die Haare der Blätter in den Pilzkörper hineingezogen werden (*Sclerotium echinatum* Fuck.), und entwickeln zuerst reichlich Rasen von Konidienträgern, die als *Botrytis vulgaris* Fr. (= *B. cinerea* Pers.) bekannt sind. Im Frühjahr sprossen dann aus den Sclerotien die zarten, höchstens 0,5 cm breiten Becherchen, die an dünnen, bis 1 cm langen Stielchen sitzen. Die Sporen haben eiförmige Gestalt und messen 9 bis 11 μ in der Länge. Es entsteht die Frage, ob die Botrytis als Nebenfruchtform hierher gehört. De Bary, Fuckel u. a. behaupten die Zusammengehörigkeit, Brefeld dagegen hat aus Sclerotien, die die Schimmelrasen trugen, niemals Apothecien hervorgehen sehen. Obwohl die Lösung dieser Streitfrage gewifs von höchstem Interesse wäre, so geht sie uns doch hier nur insofern an, als wir die mannigfachen, von Botrytis erzeugten Krankheiten an dieser Stelle unterbringen müfsten. Da aber auch zu anderen sogleich zu besprechenden Sclerotinien Botrytiskonidien gehören, so wollen wir die Besprechung dieser Krankheiten ans Ende des Abschnittes über Sclerotinia verschieben, da die Abgrenzung der einzelnen Botrytis-Arten noch vielfach schwankend und unsicher ist. Erwähnt mag hier nur eine eigentümliche Erkrankung der Pfropfreben werden, die P. Viala [1]) studiert hat. Bei den noch im Sande eingeschlagenen Reisern entwickelten sich im Pfropfungsspalt und auch auf dem Pfröpfling kleine schwarze Sclerotien, die durch ihr Entstehen die Verwachsung der Holzteile hinderten und damit ein Fehlschlagen der Pfropfung veranlafsten. Aus den Sclerotien entwickelten sich bald *Botrytis*, bald die *S. Fuckeliana*, bald beide. Die Krankheit verschwand sofort, als der Sand, in den die Reiser eingelegt waren, gehörig gelüftet und an der Sonne getrocknet wurde.

Noch mehr polyvor als die soeben behandelte Art ist *S. Libertiana* Fuck. (= *Peziza Kauffmanniana* Tichom.), die von A. de Bary [2]) in sehr erschöpfender Weise untersucht wurde. Das Mycel dieses Pilzes durchwuchert die Gewebe der Nährpflanze und bildet im Innern oder aufsen schwarze Sclerotien von meist länglicher Gestalt aus. Nach dem Vorkommen auf den verschiedenen Nährpflanzen haben diese Sclerotien auch verschiedene Namen erhalten; sie sind als *S. varium*, *S. compactum*, *S Brassicae* bekannt, und wahrscheinlich gehören noch manche andere Arten des alten Genus Sclerotium hierher. Aus diesen Sclerotien wachsen die Apothecien hervor, die auf einem 2 bis 3 cm langen, hohlen, glatten Stiel stehen und eine 4 bis 8 mm breite, blafsbräunliche Scheibe besitzen. Die Sporen bieten nichts Besonderes. Zu diesem Pilze gehört nach den Beobachtungen vieler Autoren eine Botrytiskonidienform, die als *Botrytis cinerea* Pers. (Fig. 38, *9*) angesprochen wird. Wir sahen bereits, dafs zu *S. Fuckeliana* derselbe Konidienpilz gezogen wird und betonten bereits dort, dafs die Zugehörigkeit nicht über jeden Zweifel erhaben ist. Dasselbe gilt auch für *S. Libertiana* schon aus dem einfachen Grunde, weil nicht dieselbe Botrytis-Art zu zwei verschiedenen Schlauchformen gehören kann. Es wäre ja nun denkbar, dafs die Konidienformen der beiden Sclerotinien

---

[1]) Une maladie des greffes-boutures in Rev. gén. de Botan. 1891, S. 145.

[2]) Über einige Sclerotinien und Sclerotienkrankheiten in Bot. Zeit. 1886, Nr. 22 bis 27, und Vergleich. Morphol. u. Biologie der Pilze usw. Leipzig 1884 (unter S. sclerotiorum).

morphologisch kaum unterscheidbar wären, so dafs man bei dem alleinigen Vorhandensein der Botrytis nicht auf die Schlauchform schliefsen könnte; wir wissen aber vorläufig darüber nichts und können deshalb bei der Behandlung der Botrytis-Arten die Frage der Zugehörigkeit unerörtert lassen. Sichergestellt ist dagegen, dafs bisweilen die bekannten kugligen, keimungsunfähigen Konidien gebildet werden.

S. Libertiana läfst sich in Nährlösungen sehr leicht kultivieren und bildet in den Kulturen weitausgedehnte Mycelien, von denen Sclerotien erzeugt werden; FRANK hat hier auch das Auftreten der Botrytis festgestellt, was DE BARY nicht gesehen hat. Besonders merkwürdig sind die Haftbüschel, die am Mycel entstehen, indem sich durch reichliches Aussprossen von kurzzelligen Seitenzweigen quastenförmige Büschel bilden, die wohl hauptsächlich zur Ernährung des Mycels dienen. Wie A. DE BARY gefunden hat, können die Keimschläuche der Ascosporen nicht ohne weiteres in lebendes Gewebe eindringen, sondern sie bedürfen vorher einer kräftigen Förderung durch saprophytische Ernährung. So wuchs das Mycel auf gesunden Mohrrüben nur kümmerlich, und die Möhren blieben wochenlang gesund; sobald aber Stücke des Gewebes durch Verbrühen getötet wurden, fand ein üppiges Wachstum und auch eine Abtötung des gesunden Teiles statt. Ebenso erfolgte eine schnelle Infektion, wenn die Sporen mit einem Tropfen Nährlösung auf die Oberfläche der betreffenden Pflanzenteile gebracht wurden. Dabei töteten das Mycel und namentlich die quastenförmigen Büschel das Gewebe nicht durch unmittelbare Berührung ab, sondern durch Absonderung eines giftigen Enzyms, das schon in der weiteren Umgebung die Zellen zum Absterben brachte und so den Boden für das Vordringen des Mycels vorbereitete. Deshalb schritt das Mycel auch stets erst dann weiter vorwärts, wenn eine Zone von abgestorbenem, gebräuntem Gewebe geschaffen war. Aus diesen Versuchen folgert DE BARY, dafs nicht blofs ein gewisser Kräftigungszustand des Mycels als Vorbedingung für die Infektion vorhanden sein mufs, sondern dafs auch die Nährpflanze eine gewisse Disposition für die Infektion besitzen mufs. Der Pilz gehört also zu den fakultativen Parasiten, bei denen gewisse Bedingungen gegeben sein müssen, bevor sie ihre verderblichen Wirkungen entfalten können. Wenn FRANK[1]) diese Angaben auf Grund seiner Versuche anzweifelt, so ist dem entgegenzuhalten, dafs er nur mit Botrytiskonidien operierte, deren Zugehörigkeit zu *S. Libertiana* erst noch besser erwiesen werden müfste, als es von diesem Autor geschehen ist.

Der Pilz ruft auf einer grofsen Zahl von Kulturpflanzen Krankheitserscheinungen hervor, die einen ganz bestimmten Charakter tragen und deshalb hier in ihren wichtigsten Formen besprochen werden sollen. Wir können verschiedene Typen von Erkrankungen unterscheiden, jenachdem der Pilz fleischige Wurzeln oder Stengel von krautigen Pflanzen oder Keimpflänzchen befällt; dazu kommt in neuester Zeit auch ein bisher unbekannter Befall einer strauchartigen Pflanze.

Eine sehr häufige Erscheinung ist das Faulen der Wurzelgemüse im Keller.

Auf den Rüben von *Daucus* und *Brassica* tritt der Pilz häufig in den Aufbewahrungsräumen auf und überzieht sie mit einem bis 1 cm hohen weifsen Mycelflaum, von dem aus einzelne Fäden ins Innere

---

[1]) Die Krankheiten der Pflanzen II, S. 493.

des Rübenkörpers eindringen. Sie durchziehen die Zellen der oberen Rindenschichten und dringen spärlich bis zum Marke vor; dabei wird das Rübengewebe weich und jauchig, und zwar nicht blofs an den von den Fäden durchwucherten Stellen, sondern durch die Wirkung des bereits oben erwähnten giftigen Enzyms auch in mycelfreien Schichten. An der Oberfläche der Rüben entstehen unter dem Mycelflaum die schwarzen kuchenförmigen Sclerotien. Nicht so üppig, aber doch ebenso gefährlich ist das Wachstum des Pilzes auf den Rüben[1]) von *Beta*, *Raphanus*, *Cichorium*, sowie auf den Knollen von *Solanum tuberosum* und *Helianthus tuberosus* (Topinambur). Bei all diesen Erkrankungen wurden aus den Sclerotien die Apothecien erzogen.

Bekannt und zeitweise sehr schädlich sind die Stengelerkrankungen, unter denen der Hanfkrebs eine wichtige Stelle einnimmt. Die von TICHOMIROFF[2]) zuerst studierte Krankheit findet sich auf der Hanfpflanze in Rufsland nicht selten und ist neuerdings auch von J. BEHRENS[3]) im Elsafs beobachtet worden. Die Mycelfäden durchwuchern die Rinde und das Parenchym, durchbohren selbst die festen Bastzellen und verbreiten sich durch die Markstrahlen ins Mark. Hier bilden sie Sclerotien, die aber zuweilen auch in der Rinde unmittelbar unter der Oberhaut angelegt werden. Die von TICHOMIROFF beobachteten Apothecien, die im Freien im Frühjahr zu entstehen pflegen, sind nach DE BARY mit denen der *S. Libertiana* identisch. BEHRENS hat an der Hanfpflanze bisweilen auch Botrytisrasen gefunden, ebenso auch auf den Sclerotien und hält diese Konidienfruktifikation für sicher zugehörig. Sie tritt aber durchaus nicht regelmäfsig auf, sondern findet sich an vielen Sclerotien und Pflanzen nicht. Die Hanfpflanzen selbst werden nicht immer abgetötet, aber die Bastfasern werden durch die Einwirkung des Pilzes brüchig. Wahrscheinlich ist mit dem Hanfkrebs eine Erkrankung identisch, die von F. HAZSLINSZKY in Ungarn und von C. MASSALONGO in Oberitalien beobachtet worden ist[4]). Das Mycel durchwuchert den Stengel, und von weitem erkennt man die erkrankten Pflanzen schon dadurch, dafs in einem 8 bis 16 cm breiten Ringe die Konidienträger angelegt werden; der oberhalb des Ringes befindliche Teil der Pflanze stirbt ab. Dieser von HAZSLINSZKY *Botrytis infestans*, von MASSALONGO *B. Felisiana* genannte Pilz gehört vielleicht zu unserer Sclerotinia, obwohl Sclerotien von ihm noch nicht beobachtet worden sind.

Auf Raps kommt eine ähnliche Sclerotienerkrankung, der Rapskrebs, vor, der von B. FRANK[5]) genauer studiert wurde. Die Rapspflanzen zeigen in mittlerer Höhe oder noch öfter an der Basis der Stengel eine Verfärbung ins Gelbe und später ins Weifse; die Epidermis sitzt an dieser Stelle dem Holzkörper nur noch locker auf, weil die Rindenzellen von dem Mycel fast vollständig verzehrt sind. Durch die Markstrahlen und an den Unterbrechungen des Holzringes bei den Infektionen der Blätter und Zweige dringt das Mycel ins Mark ein

[1]) Vgl. POTTER, M. C., Rotteness of turnips and swedes in store in Journ. of the board of agricult. III, Nr. 2.

[2]) Peziza Kauffmanniana, eine neue aus Sclerotium stammende und auf Hanf schmarotzende Becherpilzspecies in Bull. Soc. Imp. Natur. de Moscou 1868.

[3]) Über das Auftreten des Hanfkrebses im Elsafs in Zeitschr. f. Pflanzenkr. I, 1891, S. 208.

[4]) Vgl. RABENHORST's Krypt.-Fl., VIII. Abt., S. 293.

[5]) Die Krankheiten der Pflanzen, 2. Aufl., II, S. 493.

und bildet nach Zerstörung des Markes in dem Hohlraum Sclerotien aus. Die schwarzen Sclerotien sind von sehr ungleicher Gröfse und Dicke und finden sich in wechselnder Zahl in jeder Pflanze vor. Bei genügender Feuchtigkeit und Windstille werden aus den abgestorbenen wie aus den eben erst erkrankten Teilen der Pflanze Konidienträger vom Typus der *Botrytis cinerea* entwickelt. Aus den Sclerotien wurden im Frühjahr die Apothecien erzogen. Sowohl mit den Konidien wie mit den Ascosporen wurden erfolgreiche Infektionen an Rapspflanzen vorgenommen. Zur Bekämpfung der Krankheit ist die Vernichtung der Sclerotien erforderlich, was durch Verbrennen der kranken Pflanzen geschieht. Auch das Aussetzen des Rapsbaues auf einmal verseuchten Feldern dürfte ratsam sein, obgleich bei dem allgemeinen Vorkommen der Sclerotien auf wilden Pflanzen eine Ansteckung kaum vermieden werden kann. Wahrscheinlich sind für das epidemische Auftreten der Sclerotien gewisse Vorbedingungen notwendig, die in ungünstigen Witterungs- oder Bodenverhältnissen gegeben sein mögen. So ist z. B. dichter Stand bei nassem Wetter infektionsbegünstigend.

Eine ganz ähnliche Krankheit, die sogar auch eine Verfärbung des Stengels zur Folge hat, beobachtete P. SORAUER[1]) bei Georginen. An Kartoffelstengeln tritt bisweilen nach der Blüte ein Erkranken und Absterben ein, dem nach dem Tode die Ausbildung von Sclerotien folgt. Die Krankheit ist in Norwegen häufig, in Deutschland dagegen selten beobachtet worden. Ob aus den Sclerotien die *S. Libertiana* hervorwächst, ist bisher nicht bekannt. Bei vielen Gartenpflanzen ist der Pilz als Schädiger beobachtet worden; so vernichtet er nach DE BARY die Stengel von *Petunia nyctaginiflora* und *violacea*, von *Zinnia elegans*, *Helianthus annuus* und *tuberosus*, nach FRANK Balsaminen, nach RITZEMA BOS[2]) Gartenbohnen, wo sie auch DE BARY und PRILLIEUX[3]) beobachtet haben; auch an Gurkenstengeln hat man Sclerotienbildung wahrgenommen.

Erwähnenswert ist weiter das Vorkommen der *S. Libertiana* auf jungen Keimpflänzchen in Anzuchtskästen. DE BARY hat zahlreiche Infektionsversuche gemacht und gefunden, dafs beliebig herausgegriffene Keimpflanzen von der Krankheit befallen werden können; so beobachtete er sie bei Petunien, Zinnien, *Helianthus*, *Trifolium*, *Brassica*, Tomaten, *Lepidium sativum* u. a. Auch in der Natur findet man die Sclerotien sehr häufig auf abgestorbenen Pflanzenstengeln an der Oberfläche oder im innern Markraum. Endlich hat A. OSTERWALDER[4]) auch eine Erkrankung von *Forsythia intermedia* und *suspensa* beschrieben, die von den abgeblühten Blüten ausgeht und durch die Blütenstiele in die Zweige vordringt. Namentlich bei nasser Witterung findet man häufig die faulenden, an den Stielen hängenbleibenden Blüten von einem dicken Mycel durchwuchert, das in der feuchten Kammer Botrytiskonidienträger entwickelt. Das aus den Zweigen isolierte Mycel bildete keine Konidien, aber dafür Sclerotien, aus denen reife Apothecien erzogen wurden. OSTERWALDER meint, dafs die Botrytis nur ein zufällig auftretender Saprophyt sei und nicht in den Entwicklungskreis der Art gehöre.

---

[1]) Handbuch 2. Aufl., II, S. 298.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. V, S. 288; vielleicht aber auch durch *S. Trifoliorum* erzeugt.

[3]) SORAUER, Handbuch, 2. Aufl., II, S. 298; PRILLIEUX, Maladies, II, S. 401.

[4]) Die Sclerotienkrankheit bei den Forsythien in Zeitschr. f. Pflanzenkr. XV, 1905, S. 321.

Seine Versuche sind aber nicht imstande, die alte Streitfrage von der Zugehörigkeit der Botrytis zu lösen. Wir haben also in dieser Erkrankung einen ganz ähnlichen Fall vor uns, wie das Zweigabsterben, das von der Monilia hervorgerufen wird; auch hier ist für das Vordringen des Mycels erst absterbendes Gewebe erforderlich, von wo aus dann die Infektion des lebenden erfolgt.

Zweifelhaft, ob *S. Libertiana* oder vielleicht *Fuckeliana* die Ursache ist, bleibt die unter dem Namen „Dachbrand" bekannte Erkrankung der in den Trockenräumen aufgehängten Tabakblätter. J. BEHRENS[1]) hat Sclerotien an der Mittelrippe der Blätter beobachtet, konnte aber ihre Weiterentwicklung nicht verfolgen. Botrytisrasen kommen ebenfalls bisweilen vor, scheinen aber mit dem eigentlichen Übel nichts zu tun zu haben.

Als die Ursache des Kleekrebses ist *S. Trifoliorum* Eriks. (= *Peziza ciborioides* Hoffm.) erkannt worden, deren Entwicklung E. REHM[2]) genauer verfolgt hat. Die Mycelfäden durchwuchern die ganze Nährpflanze und zehren die Gewebe so vollständig auf, dafs häufig nur dicht verflochtene Mycelfäden übrigbleiben, die von der Epidermis überdeckt werden. Nur die Gefäfse werden weniger angegriffen und zum Teil erhalten. Die Sclerotien entstehen auf der Oberfläche der Nährpflanze als flache, unregelmäfsig geformte, schwarze Gebilde; bisweilen treten sie auch in Form kleiner Körnchen im Innern der Pflanze auf. Die Ausbildung dieser Sclerotien erfolgt in den Wintermonaten, im Sommer erfolgt ihre Auskeimung, sobald sie durch vollständiges Verfaulen der Nährpflanze frei geworden sind. Trockene Witterung verhindert das Auskeimen, aber dafür bleiben die Sclerotien auch über zwei Jahre keimfähig. Je nach der Höhe der das Sclerotium bedeckenden Erdschicht wechselt die Länge der Apothecienstiele von 3 bis 28 mm, die Scheibe liegt meist der Oberfläche des Erdbodens an und zeigt in der Mitte eine kleine Vertiefung, die aber nicht, wie bei *S. Libertiana*, in einer den Stiel durchsetzenden Höhlung ausläuft. In der Farbe ähneln die Apothecien denen der genannten Art sehr, die Sporen sind aber bedeutend gröfser. Als Konidien sind nur die kleinen Mikrokonidien bekannt geworden. Der Pilz kommt auf den verschiedenen angebauten Kleearten vor und richtet bedeutenden Schaden darunter an; auch auf der Esparsette und der Luzerne, die besonders für ihn empfänglich zu sein scheinen, tritt er nicht selten auf. Schon E. REHM hatte Beobachtungen angestellt über die Vorbedingungen, unter denen ein epidemisches Auftreten des Kleekrebses stattzufinden vermag; E. ROSTRUP[3]) hat hierzu noch wesentliche Ergänzungen geben können. Danach scheint eine Begünstigung für die Krankheit in einer feuchten und dumpfen Lage des Feldes zu bestehen, und ferner in dem dichten Wuchse der Pflanzen. Auf lehmigem Boden tritt der Pilz eher und intensiver auf als bei sandigem, durchlässigem Untergrund. Auch der Dünger scheint von Bedeutung zu sein, da bei Anwendung von Latrinendünger die Pflanzen mehr heimgesucht werden. Von gewissem Einflufs ist auch die Fruchtfolge, sobald mehrere Jahre hinter-

---

[1]) Trockene und nasse Fäule des Tabaks. Der Dachbrand in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 1893, S. 82.

[2]) Die Entwicklung eines die Kleearten zerstörenden Pilzes. Göttingen 1872.

[3]) Kloverens Beagersvamp i Vinterden 1889/90 in Tidsskr. for Landoekonomi. Kopenhagen 1890.

einander Klee gebaut wird. Die Krankheit hat dadurch Gelegenheit, mehrere Jahre hintereinander auf demselben Felde zu wüten.

Eine sehr merkwürdige Art ist *S. tuberosa* (Hedw.) Fuck. (Fig. 38, *5*), welche die Rhizome von *Anemone nemorosa* befällt und in ihnen schwarze, bis 3 cm lange und halb so dicke Sclerotien bildet. Aus ihnen entstehen sehr zahlreiche Apothecien mit 2 bis 10 cm langen, an der Basis braunzottigen Stielen und 1 bis 3 cm breiten, hellbraunen Scheiben. An den Keimschläuchen der Ascosporen treten wieder die kugligen, keimungsunfähigen Konidien auf. Obwohl die Art für gewöhnlich nur im Walde vorkommt, kann sie doch auch die gefüllten Gartenanemonen befallen und dadurch unbequem werden.

Ein zweifelhafter Parasit ist *S. Kerneri* v. Wettst., deren Sclerotien sich zwischen den abgestorbenen Hüllschuppen männlicher Blüten von *Abies pectinata* finden. Die Mikrokonidien gleichen denen der vorigen Art, erscheinen aber erst nach der Anlegung der Sclerotien.

Eine sehr bemerkenswerte Krankheit der Tabakpflanzen in Holland, die durch *S. Nicotianae* Oud. et Kon. verursacht wird, beschreiben C. A. J. A. Oudemans und C. J. Koning[1]). An den Blättern und Stengeln der Tabakpflanze treten weifsliche Flecken auf, die von Pilzmycel herrühren. Hier bilden sich bis 10 mm lange, 5 bis 6 mm breite, schwarze Sclerotien, die von der Pflanze abfallen und nach der Überwinterung im Frühjahr die Apothecien erzeugen. Diese entstehen in gröfserer Zahl aus einem Sclerotium und besitzen lange, braune Stiele, auf denen die helleren, bis 5 mm breiten Scheiben sich entfalten. Die Sporen sind ungewöhnlich klein. Am Mycel entstehen in Ketten die kleinen, kugligen Konidien, welche neue Infektionen hervorrufen sollen. Besonders merkwürdig erscheint die Krankheit durch die sie beeinflussenden Faktoren. Um nämlich die Tabakpflanzen vor Wind zu schützen, werden die Felder in kleine Parzellen geteilt, die mit Pflanzen von *Phaseolus multiflorus* oder *Ph. vulgaris* umgeben werden. Während nun die erstere Pflanze ihre Blätter sehr lange behält, wirft die andere sie bereits vor der Tabakernte ab, infolgedessen hält sich bei jenen Parzellen die Feuchtigkeit länger und die Luft stagniert mehr als bei diesen. Deshalb tritt auch der Pilz in den mit *Ph. multiflorus* umgebenen Ackerstücken intensiver auf. Die beiden Autoren empfehlen daher zur Abhaltung der Krankheit, die Kulturen von *Ph. multiflorus* aufzugeben, während die zweite Art beibehalten werden kann.

Bevor wir zu den wichtigen und in ihrer Artumgrenzung noch keineswegs geklärten Sclerotinien auf Zwiebelgewächsen übergehen, mögen wenigstens einige Arten genannt sein, die ihre Sclerotien im Innern von Stengeln entwickeln, woraus sie nach Sprengung der darüber liegenden Gewebeschichten erst frei werden. Hierher gehört z. B. *S. Durieuana* (Tul.) Quél. in den Halmen von *Carex stricta*, *S. Curreyana* (Berk.) Karst. in den Halmen von *Iuncus*-Arten u. a.

Die Sclerotienerkrankung der Hyacinthen, die auch als schwarzer Rotz der Hyacinthen bezeichnet worden ist, wurde zuerst von Wakker[2]) studiert. Äufserlich zeigt sich die Krankheit durch vorzeitiges

[1]) On a Sclerotinia hitherto unknown and injurious to the cultivation of Tobacco, Sclerotinia Nicotianae Oud. et Kon. in Kon. Ak. van Wetensch. Amsterdam 1903.

[2]) Onderzoek der ziekten van hyacinthen en andere bolen knolgewassen, 1883, S. 20, und La morphe noire des jacinthes et plantes analogues in Arch. Néerland.

Vergilben und Welken der Blätter an, womit auch häufig ein Fehlschlagen der Blüten verbunden ist. Die Zwiebeln werden vollständig vom Mycel durchwuchert, das am Zwiebelboden, sowie zwischen den Schuppen zur Bildung von Sclerotien schreitet. Die aufsen schwarzen, innen weifsen Sclerotien sind entweder kuglig oder halbkuglig und dann meist in gröfserer Menge beisammen stehend, oder sie bilden flache kuchenartige Krusten mit unregelmäfsig gelapptem Rande. Häufig geht die völlige Ausbildung der Sclerotien erst an der schon vollständig vertrockneten Zwiebel vor sich. Im nächsten Frühjahr entwickelt sich aus den überwinterten Sclerotien der Schlauchpilz. Die Stielchen sind graubräunlich, höchstens bis 2 cm lang und stecken mehr oder weniger in der Erde. Auf ihnen entsteht die zuletzt gewölbte, am Rande streifige, dunkelbraune Scheibe. Die Sporen sind ellipsoidisch, 16 μ lang und 8 μ breit. Dieselbe Krankheit ist aufser an Hyacinthenzwiebeln auch an solchen von *Crocus* und *Scilla* beobachtet worden. Wakker nennt den Pilz *S. bulborum* (Wakk.) Rehm und stellte durch Impfversuche fest, dafs die Art von *S. Trifoliorum* verschieden ist. Eine Botrytisform wurde nicht beobachtet. Der *Sclerotinia bulborum* schreibt Frank[1]) auch die als weifser Rotz bekannte und gefürchtete Erkrankung zu und ist geneigt, beide Rotzkrankheiten zu identifizieren, wohl aber mit Unrecht, wie aus den weiter unter mitgeteilten Beobachtungen über die Tulpenkrankheit und die S. 31 angeführten Untersuchungen hervorgeht. Die Bekämpfung der aufserordentlich gefährlichen und schnell um sich greifenden Krankheit hat sowohl im freien Lande wie im Aufbewahrungsraum der Zwiebeln zu erfolgen. Zeigt sich eine Hyacinthe im Freiland befallen, so mufs nicht blofs die erkrankte Zwiebel vernichtet, sondern auch der sie umgebende Boden ausgehoben werden, damit das in der Erde befindliche Mycel nicht auf benachbarte Pflanzen übergreifen kann. Dafs die Aufbewahrungsräume der Zwiebeln luftig und trocken sein müssen, bedarf keiner weiteren Erwähnung, denn diese Eigenschaften verhüten nicht blofs diese, sondern auch die Bakteriosis, die Ringelkrankheit und andere Fäulen, denen die Zwiebeln in feuchten und dumpfigen Räumen ausgesetzt sind.

Eine ganz analoge Krankheit befällt auch die Tulpenzwiebeln; wir wissen noch nicht, da die Apothecien bisher aus den Sclerotien nicht gezogen sind, ob dafür auch die *S. bulborum* verantwortlich gemacht werden mufs. Hier sind sicher zwei verschiedene Erkrankungen stets durcheinandergemischt worden, und erst H. Klebahn[2]) hat versucht, sie auseinanderzuhalten, obgleich das letzte Wort erst nach Bekanntwerden der Apothecien gesprochen werden dürfte. Wir halten uns deshalb am besten eng an die Resultate dieses Forschers. Er definiert die Sclerotienkrankheit der Tulpen in folgender Weise[3]): „Die Krankheit hat ihren Sitz hauptsächlich in den Zwiebeln, die sie meistens von obenher befällt und rasch abtötet, so dafs der Trieb sich kaum entwickelt. Das erkrankte Gewebe enthält Pilzmycel. Dasselbe wuchert im Erdboden oder an feuchter Luft in Gestalt eines

---

XXIII, S. 25; ferner Oudemans in Ned. Kruidk. Arch. 2. ser., IV, S. 260; Sorauer in Handbuch, 2. Aufl, II, S. 287.

[1]) Die Krankheiten der Pflanzen. 2. Aufl., II, 506.

[2]) Über die Botrytiskrankheit und die Sclerotienkrankheit der Tulpen usw. in Jahrb. der Hamburger Wiss. Anstalt XXII, 1904, Hamburg 1905; Über die Botrytiskrankheit der Tulpen in Ztschr. f. Pflanzenkr. XIV, 1904, S. 18.

[3]) Jahrbuch usw. 1904, S. 13 des Sep.

ziemlich dichten, glänzenden, weifsen Filzes aus dem Gewebe hervor und bildet draufsen Sclerotien. Diese sind also frei, nicht dem Gewebe angewachsen; im Boden finden sie sich hauptsächlich um den oberen Teil der Zwiebel und um den Trieb herum. Ihre Gröfse beträgt 1,5 bis 9 mm. Die kleinen sind rundlich, die grofsen in verschiedener Weise unregelmäfsig und höckerig. Anfangs weifs und filzig, werden sie später aufsen braun und einigermafsen glatt. Die Infektion erfolgt durch die im Boden zurückbleibenden oder auf irgendeine Weise in den Boden hineingeratenden Sclerotien, und zwar vermutlich durch das aus ihnen hervorwachsende Mycel. Konidien werden, wie es scheint, nicht gebildet, und andere Arten der Reproduktion des Pilzes sind auch bisher nicht bekannt geworden. Der Pilz kann daher gegenwärtig nur der Gattung *Sclerotium* angereiht werden, und er mag bis auf weiteres *Sclerotium Tuliparum* heifsen." Diese Krankheit wird den Tulpenzwiebeln am verhängnisvollsten: indessen läfst sie sich auch auf andere Pflanzen übertragen. Bereits J. Rizema Bos[1]) hatte angegeben, dafs die Tulpenkrankheit auch auf Hyacinthen und *Iris hispanica* übergehen kann. Da er aber die beiden Tulpenkrankheiten noch nicht auseinandergehalten hatte, so prüfte Klebahn diese Angaben nach und konnte ein Übergehen der Sclerotienkrankheit auf die beiden erwähnten Pflanzen feststellen, aber das Wachstum war ein kümmerliches. Umgekehrt hält es Klebahn für nicht wahrscheinlich, dafs das Tulpensclerotium mit *S. bulborum* identisch ist.

Die zweite Erkrankung der Tulpen, die Botrytiskrankheit, wurde zuerst von F. Cavara in Oberitalien beobachtet und der dabei auftretende Schimmelpilz *Botrytis parasitica* benannt. Die Krankheit ist sehr weit verbreitet und kommt in den Tulpenzüchtereien Mitteleuropas nicht selten vor[1]). Klebahn definiert die Krankheit folgendermafsen[2]): „Die Krankheit befällt zuerst den aus der Zwiebel hervorwachsenden Trieb und das erste Laubblatt. Sie kann später auf alle Teile der Pflanze übergehen. Auf dem ergriffenen Gewebe, das von Pilzhyphen durchzogen ist, entstehen an feuchter Luft zartes Luftmycel und später Konidienträger. Diese entsprechen der *Botrytis parasitica* Cavara. Die Sclerotien findet man als anfangs weifse, sammetartige, später tiefschwarze Höckerchen von nicht mehr als 1 bis 2 mm Gröfse an der Oberfläche der ergriffenen Organe, vorwiegend der Zwiebelschuppen und Stengel, weniger der Laubblätter, die zu wenig resistent sind. Sie sind in der Regel in das ergriffene Gewebe eingesenkt und haften den Überresten desselben daher fest an. Sie können mit den Pflanzzwiebeln eingeschleppt werden, da sie sich nicht selten an den äufseren, trockenen Teilen derselben finden. Aufserdem gelangen sie mit den verwitternden Resten der ergriffenen Pflanzen in den Erdboden. Vermutlich infizieren sie, analog den Sclerotien anderer *Botrytis*-Arten, mittels Konidien." Obgleich unter günstigen Umständen die Infektion der Pflanze sehr schnell erfolgt, richtet die Botrytis doch bei weitem nicht den Schaden an wie die Sclerotienkrankheit. Cavara hat zu der *B. parasitica* das von Madame Libert als *Sclerotium Tulipae* bezeichnete Sclerotium gezogen. Die Infektionsversuche, die Klebahn mit den Konidien anstellte, zeigten eine sehr spezialisierte Anpassung, da sich Hyacinthen damit

---

[1]) Botrytis parasitica Cav., die von ihr verursachte Tulpenkrankheit, sowie deren Bekämpfung in Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt., X, 1903, S. 18.

[2]) Jahrbuch usw. 1904, S. 13 des Sep.

nicht infizieren liefsen und auch bei anderen Zwiebelgewächsen keine deutlichen Resultate sich ergaben.

Obwohl Ritzema Bos bei seinen Bekämpfungsversuchen der Tulpenkrankheiten die beiden Arten noch nicht unterschied, so hat er doch weiterer Prüfung zu empfehlende Mafsregeln vorgeschlagen. Aufser den bereits bei den Hyacinthenkrankheiten erwähnten Mafsnahmen machte er besonders auf eine Desinfektion der Zwiebeln und des Erdbodens aufmerksam. Die Zwiebeln sollen in 10%ige Glycerinlösung getaucht und dann mit der Seite in Schwefelblumen vor dem Einpflanzen getaucht werden. Die Desinfektion des Bodens wird mit Creolin oder Karbolineum ausgeführt; auch genügt häufig mehrjähriges Aussetzen der Tulpenkultur auf dem verseuchten Boden oder Erneuerung der Erde.

Auf *Galanthus nivalis* wurde von F. Ludwig[1]) eine Krankheit beobachtet, die sich darin zeigt, dafs die aus der Erde hervorbrechenden Blätter und Blütenanlagen durch eine graue, staubige Botrytisvegetation verklumpt erscheinen, während sich an den Zwiebeln schwach schwärzliche Sclerotien ausbilden, deren Weiterentwicklung nicht bekannt ist. Die Art wurde *Sclerotinia Galanthi* genannt; doch steht es keineswegs fest, ob die Konidien und Sclerotien zusammengehören und hier nicht vielleicht eine ähnliche Trennung gemacht werden mufs wie bei der Tulpenkrankheit. Sorauer[2]) fand, dafs gewisse Arten *(Galanthus cilicicus* und *G. nivalis)* von der Erkrankung verschont blieben, während andere, in demselben Beete stehende *(Gal. graecus, Elwesii* und *Forsteri)* stark befallen waren und abstarben. Ähnliches beobachtete er bei *Sternbergia lutea, Allium acuminatum, Gagea lutea* und *Scilla caucasica.*

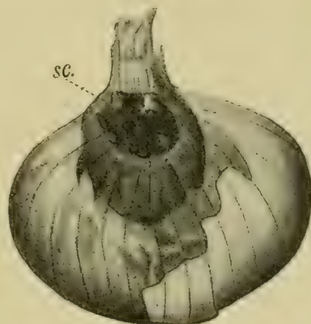


Fig. 44. Weifse Silberzwiebel mit *Sclerotium cepivorum* Berk. sc. (Orig.)

Erwähnenswert ist eine Erkrankung der Speisezwiebeln, die von P. Sorauer[3]) zuerst genauer beschrieben wurde und seither vielfach zur Beobachtung gelangte (Fig. 44). Seltener bereits in der Erde, meist erst im Winteraufbewahrungsraum zeigen die Zwiebeln vertrocknete und eingesunkene Stellen, die vom Zwiebelhalse ausgehen und schliefslich die ganze Zwiebel ergreifen. Durchschnitten sehen die Schuppen wie gekocht aus; das Gewebe ist weich und von bräunlicher Farbe. Zwischen den Schalen findet sich ein grauer Botrytisschimmel, und an den bereits eingetrockneten Teilen der Schalen werden kleine, schwarze Sclerotien gebildet, die die Gröfse von Gerstenkörnern erreichen können. Im erkrankten Gewebe findet sich in den Intercellularen ein dickes Mycel, das auch die Oberfläche der Schuppen überzieht und hier zur Bildung der Konidienträger und Sclerotien schreitet. Während Sorauer den Pilz mit *Botrytis cana* Kze. et Schm. identifiziert, der nichts anderes als eine Form von *B. vulgaris* Fr. darstellt, spricht Frank bereits bestimmter von seiner Zugehörigkeit zu *S. Fuckeliana.*

---

[1]) Lehrbuch der niederen Kryptogamen, S. 355.
[2]) Siehe Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten X, S. 126.
[3]) Handbuch 2. Aufl., II, S. 294.

Die Sclerotien werden als *Sclerotium cepivorum* Berk. bezeichnet. Da die Auskeimung der Sclerotien bisher nicht beobachtet wurde, so bleibt die Zugehörigkeit des Pilzes durchaus zweifelhaft, und es läſst sich vorläufig die Erkrankung nur in die Reihe der Botrytiskrankheiten einreihen, von denen wir noch mehrere besprechen werden. Daſs die Zwiebeln allein durch die Botrytis erkranken, hat SORAUER durch Infektionsversuche erwiesen: er hat auch später gezeigt, daſs das epidemische Auftreten des Pilzes durch Feuchtigkeit und stagnierende Luft in den Aufbewahrungsräumen begünstigt wird. Auf dem Felde wird das Auftreten des Pilzes durch schweren, nassen Boden befördert: doch macht er sich hier nur in seltenen Fällen unliebsam bemerkbar. M. NORDHAUSEN [1]), der die Bedingungen zur Erkrankung ebenfalls studiert hat, fand, daſs die Keimschläuche der ausgekeimten Sporen durch Trockenheit sehr schnell zugrunde gehen: dadurch findet die Forderung, die Aufbewahrungsräume trocken und luftig zu halten, auch von dieser Seite ihre Bestätigung.

Auf Knoblauch hat P. VOGLINO [2]) eine ganz analoge Sclerotienkrankheit beobachtet, die ebenfalls von *S. cepivorum* herrührt. Botrytiskonidien wurden nicht gefunden, wohl aber die bekannten kugligen, an pinselförmigen Konidienträgern entstehenden kleinen Konidien, die zum Auskeimen gebracht wurden. So wahrscheinlich auch die Identität der Krankheiten der Speisezwiebeln und des Knoblauches ist, so bleibt doch immer noch die merkwürdige Tatsache aufzuklären, daſs verschiedenartige Konidienbildung vorhanden ist.

Bei den Maiblumen tritt eine Erkrankung auf, bei der SORAUER botrytisähnliche Konidienträger fand. Es ist zweifelhaft, ob H. KLEBAHN [3]) dieselbe Erkrankung vor sich hatte, die er in den Maiblumenkulturen bei Hamburg epidemisch auftreten sah. Die Blätter und Stengel zeigten braune Flecken, auf denen die Botrytisrasen wuchsen; die Stengel wurden dann schlaff und fielen um. An den in der Erde befindlichen Stengelteilen entstanden Sclerotien. KLEBAHN hält den Pilz für verschieden von der Tulpenbotrytis; bisher aber ist darüber nichts Sicheres bekannt geworden.

Mit den vorstehend geschilderten Krankheiten sind wir in das Gebiet der Botrytiserkrankungen gekommen, die hier deswegen angeschlossen werden sollen, weil, wie oben (S. 293) bereits angegeben wurde, die gewöhnlichste Art, *Botrytis cinerea* Pers. in den Entwicklungskreis der *Scl Fuckeliana* eingeschoben worden ist. Ob dieser Zusammenhang richtig ist oder nicht, soll hier nicht erörtert werden, ebenso wenig wie die Frage, ob alle die Pilze, welche Botrytiskrankheiten verursachen, mehreren Arten angehören oder nur Formen einer polymorphen Spezies sind. Trotz einer ganzen Anzahl von Arbeiten, die der Botrytis gewidmet sind, haben wir in der systematischen Klärung dieser äuſserst vielgestaltigen Pilze noch keinen Fortschritt gemacht. Man nimmt an, daſs die gewöhnlich vorkommenden Botrytisrasen zu einer Spezies gehören, deren ältester Name *B. cinerea* Pers. sein würde. *B. vulgaris* Fr., *B. Douglasii* Tub., *B. plebeja* Fres., *B. cana* Kze. et Schm., *B. acinorum* Pers. und viele andere als selbständige Arten beschriebene

---

[1]) Beiträge zur Biologie parasitärer Pilze in Pringsh. Jahrb. XXXIII, S. 46.

[2]) Sul parassitismo e le sviluppo dello Sclerotium cepivorum nell' Allium sativum in Staz. speriment. agrar. Ital. XXXVI, 1903. S. 89.

[3]) Jahrb. der Hamburg. wiss. Anst. XXII, 1904, S. 18 des Sep.

Pilze gehören hierher. Wir kennen aufser den Konidienträgern noch Sclerotien, aber nicht die Apothecien, deren Bau allein für die Beurteilung der Speziesfrage ausschlaggebend wäre. Wenn im folgenden von Botrytis gesprochen wird, so ist stets darunter diese gemeine und überall verbreitete Art verstanden.

Bereits oben war des Vorkommens von Sclerotien von *S. Fuckeliana* auf abgefallenem Weinlaub und Reben gedacht worden; man wird auch die Botrytis selten an solchen Teilen vermissen. Indessen kommt der Pilz auch an den lebenden Rebenteilen vor und erzeugt hier verschiedenartige Krankheitsformen. Für den Weinbau ist besonders wichtig das Auftreten der Botrytis auf den Trauben und die dadurch hervorgerufene Edelfäule. An reifen Beeren tritt ein grauer Botrytisschimmel auf, der früher als besondere Art *B. acinorum* Prs. beschrieben worden ist. Die Beere verliert dadurch bedeutend an Saft und bräunt sich; dabei nimmt der Gehalt an Säure, Zucker und Stickstoff ab. Wenn aber trotzdem der Pilz dadurch veredelnd auf die Güte des Weines wirkt, so ist dies lediglich dem Umstande zuzuschreiben, dafs die Beeren schnell in einen rosinenartigen Zustand übergeführt werden. H. Müller-Thurgau[1]) hat die chemischen Veränderungen genauer studiert, die in der Traube unter dem Einfluss des Botrytismycels vor sich gehen, und besonders auf die Unterschiede aufmerksam gemacht, wenn andere Schimmelpilze, etwa *Penicillium*, eine Traubenfäule verursachen. Die Edelfäule entsteht nur an reifen Trauben, bei denen das Eindringen des Pilzes durch die bereits absterbenden Zellen der Beerenepidermis begünstigt wird. Indessen kann der Befall durch Botrytis auch zu einer wirklichen Verderbnis der unreifen Beeren führen. Die Erscheinung wird dann als Sauerfäule bezeichnet und bleibt häufig nicht blofs auf die Beeren beschränkt, sondern vermag auch auf die Traubenstiele und Triebe überzugehen. Es kommt dann eine sehr schädliche Rebenerkrankung zum Ausbruch, die den Ertrag der Weinstöcke ganz bedeutend herabsetzt. L. Ravaz[2]) scheint der erste gewesen zu sein, der in Südfrankreich auf den Weinblättern rostfarbene Flecken beobachtet hat, die mit den Botrytiskonidienträgern besetzt waren; auch an den jüngeren Trieben waren Absterbungserscheinungen zu sehen. Genauere Nachrichten hat davon G. Cuboni[3]) für die 1896 in Italien epidemisch herrschende Krankheit gegeben. Die Blätter wurden gelb und entfärbten sich allmählich ganz; am Ansatzpunkt der jungen Triebe an die älteren Zweige läfst sich ein kleiner bräunlicher Wulst wahrnehmen, von wo aus die Braunfärbung sich meistens auf einer Seite schnell über das ganze erste Internodium erstreckt. Dann löst sich der Trieb ab. Im Innern der noch an der Mutterpflanze befindlichen Zweige soll sich ein perennierendes Mycel befinden, das auch Sclerotien anlegt. An den in feuchter Kammer gehaltenen Zweigen treten an der Aufsenseite kuglige Sclerotien auf; dagegen wurde Konidienbildung fast ausschliefslich an den auf dem Boden liegenden Zweigen

---

[1]) Die Edelfäule der Trauben in Landwirtsch. Jahrb. 1888, S. 83; vgl. auch V. Peglion, Études sur la pourriture des raisins causée par le Botrytis cinerea in Rev. internat. de vitic. et d'œnol. 1895, S. 414, der den Einflufs der Edelfäule bei den verschiedenen Sorten studiert hat.

[2]) Sur une maladie de la vigne causée par le Botrytis cinerea in Compt. rend. 1894, CXVIII, S. 1289.

[3]) Notizie sulle malattie delle piante coltivate in Boll. di Notiz. Agrar. Roma 1896, S. 487.

beobachtet. Dieses Krankheitsbild hat dann U. Brizi[1]) vervollständigt, indem er das glatte Abbrechen der jungen Triebe aus dem Auftreten des Mycels erklären konnte, das das Holz bandförmig absterben liefs. Im Innern der abgegliederten Triebe wurde reichlich Mycel gefunden, ebenso auch im Mark und im Holze der alten Zweige. Danach scheint also das Mycel aus dem alten Holz in die jungen Triebe hinüberzuwachsen, womit auch das vereinzelte, aber sehr heftige Auftreten der Krankheit im Einklang stehen würde. Während also hier ein Entstehen der Krankheit gleichsam von innen heraus wahrscheinlich ist, werden in anderen Fällen zuerst die Trauben und Traubenstiele befallen, und dann erst geht der Pilz auf die Triebe über. Anschliefsend an ein solches Auftreten hat J. Wortmann[2]) den Bedingungen nachgeforscht, unter denen die Botrytis eine derartige verderbliche Tätigkeit entfaltet. Die Epidemie trat an den halbreifen Beeren nach plötzlich und anhaltend niedergegangenen Regenmengen im September ein; namentlich zeigten sich diejenigen Beeren empfindlich, bei denen die Oberhaut infolge übermäfsiger Stickstoffdüngung des Stockes verweichlicht war. Das Vordringen des Pilzes wird durch alles das gehemmt, was die Zirkulation der Luft und damit die Abtrocknung befördert. Noch schärfer drückt sich P. Sorauer nach bisher unveröffentlichten Beobachtungen über die Bedingungen aus, die zur Erkrankung der Rebentriebe durch Botrytis führen. Er beobachtete einige solcher Erkrankungsfälle an Gewächshausreben, bei denen sich noch vor dem Auftreten des Mycels die Spiralgefäfse der primären Bündel braun gefärbt hatten und teilweise einen gummiartigen Inhalt zeigten. Daraus schliefst er, dafs der Boden für den Pilz durch Ernährungsstörungen, die infolge anhaltend feuchter, kalter und trüber Witterung aufgetreten waren, vorbereitet worden war, weshalb in den Gewächshäusern geeignete Mafsnahmen getroffen werden müssen, welche die Wirkung solcher Witterungseinflüsse paralysieren.

Eine Botrytiserkrankung, die ebenfalls zum Absterben der jungen Zweige führt, hat C. v. Tubeuf[3]) bei der Douglastanne beobachtet. Er nannte die Art *B. Douglasii*; doch ist sie nichts weiter als eine Form von *B. cinerea*. Sie tritt ebenso häufig auch bei anderen Coniferen[4]) auf. Während des Sommers und Herbstes welken die jungen Triebe, sterben ab und schrumpfen dann ein; an der Basis der abgestorbenen Triebe treten im Herbst unter den alten Schuppen der vorjährigen Winterknospen und an den Nadeln kleine schwarze Sclerotien auf, welche die Oberhaut durchbrechen. Aus diesen Sclerotien läfst sich die Botrytis erziehen. Häufig entwickeln sich die Konidienträger auch schon auf den abgestorbenen Ästchen. Die Infektionsversuche, die von den Autoren angestellt wurden, zeigten die leichte Übertragbarkeit des Pilzes auf junge Coniferentriebe und auch gleichzeitig, dafs sich die *Botrytis cinerea* an anderen Pflanzen ebenfalls auf Coniferen überimpfen

---

[1]) Über die Fäulnis der Rebentriebe, durch Botrytis cinerea verursacht, in Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt., III, 1897, S. 141.

[2]) Über die im Herbste 1901 stellenweise eingetretene Rohfäule der Trauben in Ber. d. Kgl. Lehranst. f. Wein-, Obst- u. Gartenbau zu Geisenheim 1901, S. 104.

[3]) Beiträge zur Kenntnis der Baumkrankheiten. Berlin 1888, S. 4.

[4]) J. Behrens, Phytopathologische Notizen in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. V, 1895, S. 136; Ritzema Bos, Botrytis Douglasii Tub. in Forstl. naturw. Zeitschr. VI, 1897, S. 174; J. Tuzson, Über die Botrytiskrankheit junger Nadelholzpflanzen in Zeitschr. f. Pflanzenkr. XI, 1901, S. 95.

liefs und dieselben Krankheitserscheinungen hervorbrachte. Als prädisponierende Ursachen müssen feuchte und kalte Witterung und stagnierende Luft infolge zu dichten Standes der Pflanzen angesehen werden. So fand bereits v. TUBEUF, dafs die Krankheit an den tieferen Ästen im dichten Schlufs gebauter Douglastannen und in den Saat- und Pflanzkämpen besonders verderblich auftrat. Es zeigt sich also auch hier, wie wir noch an mehreren Beispielen sehen werden, dafs feuchte ruhige Luft die Hauptvorbedingung für die Botrytisepidemie bildet.

An Rosen tritt die Botrytisfäule unter begünstigenden Umständen ebenfalls auf und befällt die noch unentwickelten Knospen und die Blütenstiele. Die erkrankten Pflanzenteile bedecken sich dicht mit dem grauen Konidienschimmel, und bisweilen treten auch, namentlich an den Spitzen der Kelchblätter, die Sclerotien[1]) auf. Besonders fatal wird die Erkrankung bei den in den Gewächshäusern gezogenen wertvollen Maréchal-Niel-Rosen[2]) und im freien Lande bei „La France", deren Triebe nicht genügend ausreifen; als Abhilfe in den Treibhäusern ist lediglich starke Lüftung mit vorgewärmter Luft und nicht zu starkes Heizen und Giefsen zu empfehlen. Dafs auch andere Gartenblumen von der Botrytis unter Umständen aufserordentlich leiden, ist schon lange für Georginen, Begonien, Balsaminen, Levkojen[3]), Astern usw. bekannt. C. WEHMER[4]) hat bei *Cyclamen* und *Primula sinensis* den Verlauf einer solchen Botrytisinfektion genauer verfolgt und gefunden, dafs die Blätter und Stengel schnell faulig werden und absterben, ohne dafs äufserlich irgend etwas vom Pilze zu sehen war. Erst die anatomische Untersuchung zeigte, dafs im Innern der Gewebe Hyphen vorhanden waren, die im Mafse ihres Vordringens die Erweichung und Abtötung der Zellen zur Folge hatten. Erst als abgeschnittene Pflanzenstücke feuchtgelegt wurden, kam es zur Bildung der bekannten Konidienträger und zum Auftreten von Sclerotien an den Stengeln. Die Disposition für die schnelle Erkrankung sucht WEHMER in dem Umstande, dafs die betreffenden Pflanzen unmittelbar vorher aus der Gärtnerei ins Zimmer gebracht worden waren, wo sie natürlich bei der völligen Verschiedenheit der äufseren Bedingungen eine leichte Beute des Pilzes wurden. Doch kommt (nach SORAUER) auch eine Erweichung der Blütenstiele ohne Botrytis vor.

Eine grofse Reihe hierher gehöriger Erkrankungen wurde bereits von KISSLING[5]) studiert, so namentlich eine Botrytisepidemie bei *Gentiana asclepiadea*, ferner hat noch F. CAVARA Epidemien bei *Pelargonium zonale*, *Citrus*, *Listera* u. a. beobachtet; endlich fallen auch landwirtschaftlich wichtige Kulturpflanzen unter Umständen der Botrytis zum Opfer. Aufser dem oben bereits erwähnten Hanf (S. 295) wäre der Buchweizen zu nennen und endlich die Kartoffel. Diese von O. KIRCHNER[6]) zuerst beschriebene, als Stengelfäule der Kartoffel zu bezeichnende

---

[1]) G. SCALIA, Note patologiche in Nuova Rassegna. Catania 1899; cfr. Ztschr. f. Pflanzenkr. X, S. 199.

[2]) P. SORAUER in Zeitschr. f. Pflanzenkr. VIII, 1898, S. 214.

[3]) L. HILTNER, Einige durch Botrytis cinerea erzeugte Krankheiten gärtnerischer u. landwirtschaftl. Kulturpflanzen und deren Bekämpfung. Tharand 1892.

[4]) Durch Botrytis hervorgerufene Blattfäule von Zimmerpflanzen in Zeitschr. f. Pflanzenkr. IV, 1894, S. 204.

[5]) Beitrag zur Biologie der Botrytis cinerea in Hedwigia 1889, Nr. 4.

[6]) Die Stengelfäule, eine neu auftretende Krankheit der Kartoffeln in Württemb. Wochenblatt f. Landwirtschaft 1893, Nr. 34; vgl. auch RITZEMA BOS in Zeitschr. f. Pflanzenkr. IV, 1894, S. 144.

Krankheit zeigt sich am Basalteile des Stengels als weiche, gelbbräunliche Stelle. Die Pflanze welkt schnell und stirbt ab, indem sich zugleich ihre Blätter kräuseln. Die Knollen erkranken zwar nicht, aber bleiben klein. KIRCHNER gibt den Rat, da Botrytis auch im Stalldünger aufzutreten pflegt, möglichst nicht damit zu düngen; indessen dürften wohl noch andere Umstände die Ursachen für die Krankheit abgeben, die aufser in Standorts- oder Witterungsverhältnissen auch in dem allgemeinen Vorkommen der Botrytis auf Ackerunkräutern zu suchen sein dürften. Auf Erkrankungen weniger wichtiger Pflanzen einzugehen dürfte hier nicht am Platze sein; es mag nur noch ein Zweigsterben des Feigenbaumes erwähnt werden, das von A. PRUNET[1]) studiert und auf Botrytis zurückgeführt wurde. Die Konidienrasen entstehen an den noch nicht ausgereiften und am Baume hängenbleibenden Feigen; von diesen schliefslich mumifizierten Früchten aus werden die jungen Zweige infiziert, von denen die Krankheit auch auf die älteren übergreift. Es kann zuletzt der gröfste Teil der Äste eines Baumes abgestorben sein: wenn dann der Splintkäfer (Scolytus ficus) noch hinzukommt, ist der Baum unrettbar verloren.

In milden, lichtarmen Wintern sieht man in den Kalthäusern der Gärtner fast sämtliche krautartigen Pflanzen von Botrytis befallen. Sehr starke Verluste durch Abfaulen der Stengel erleiden namentlich Pelargonien, Goldlack, Primeln, Cyclamen, Cinerarien und Calceolarien.

Dafs übrigens das Botrytismycel nicht blofs auf die Pflanzen beschränkt bleibt, sondern unter Umständen auch auf die Erde in Gewächshäusern überzugehen vermag, zeigt eine Beobachtung von BEAUVERIE[2]), der die Erde in Warmhäusern auf der Oberfläche und noch ziemlich tief im Innern mit dem Mycel durchsetzt fand. Natürlich sterben Stecklinge in dieser Erde unter dem Angriff des Pilzes bald ab. Zur Verhütung einer derartigen weitgehenden Verseuchung kann nur gute Lüftung und nicht zu starkes Heizen empfohlen werden; daneben ist auch die Verwendung von Kupferbrühe geeignet zur Abtötung des Pilzes.

Nachdem wir vorstehend die Botrytiserkrankungen in ihren hauptsächlichsten Formen besprochen haben, wollen wir jetzt noch kurz auf einige allgemeine Fragen eingehen, die mit der Bekämpfung zusammenhängen. Schon DE BARY hatte darauf hingewiesen, dafs die Botrytis erst durch saprophytische Lebensweise so weit erstarkt, dafs sie zum Parasiten wird; sie ist also ein fakultativer Parasit. Die in den Geweben der Nährpflanzen wachsenden Hyphen können aber auch bei parasitischer Lebensweise die Zellen nicht zum Absterben bringen, indem sie sie etwa wie die Peronosporaceen oder Uredineen mit ihren Haustorien einfach aussaugen. Derartige Haustorien besitzen Botrytis und ähnliche fakultative Parasiten nicht, sondern die Abtötung der Zellen erfolgt lediglich durch Abscheidung von Stoffen, welche als Gifte für die lebenden Zellen wirken. Gleichzeitig findet aber auch die Sekretion wieder anderer Stoffe (Enzyme?) statt, welche die Fähigkeit besitzen, die Cellulosemembranen zu lösen. So sehen wir, dafs in der Umgebung

---

[1]) Sur une maladie des rameaux du Figuier in Compt. rend. CXXXVI, 1903, S. 395.

[2]) Le Botrytis cinerea et la maladie de la toile in Compt. rend. CXXVIII, 1899, S. 842, 1251.

jeder Hyphenspitze die Zellen abgetötet werden und sich bräunen; erst nach ihrem Tode wuchert das Mycel in sie hinein und saugt sie aus. Wir können also in gewisser Weise auch sagen, dafs der Pilz saprophytisch wächst, weil ja sein Mycel nur im toten Gewebe sich befindet. Welches diese abgeschiedenen Stoffe sind, darüber sind die Meinungen noch nicht völlig geklärt. Im Gegensatz zu DE BARY nimmt R. E. SMITH[1]) an, dafs das wirksame Gift Oxalsäure sei; aufserdem aber ist es nach den Untersuchungen dieses Autors sicher, dafs noch weitere Stoffe sezerniert werden, welche die Nutzbarmachung des getöteten Zellinhaltes und die Auflösung der Membranen ermöglichen.

Für die Bekämpfung oder besser Verhütung der Botrytiskrankheit würde es also hauptsächlich darauf ankommen, den Pilz in seiner saprophytischen Lebensweise nicht so weit erstarken zu lassen, dafs er nachher parasitisch wird. Nach allem, was wir über die Vorbedingungen der Krankheit wissen, begünstigt grofse Feuchtigkeit bei anhaltend ruhiger Luft das Wachstum der Botrytis. Namentlich in Gewächshäusern, wo diese Bedingungen meistens erfüllt sind, macht sich deshalb das Übel so häufig bemerkbar. Man kann deshalb durch reichliche Lüftung, in Warmhäusern mit vorgewärmter Luft, und durch Beschränkung der Feuchtigkeit die Krankheit zum Erlöschen bringen; für das Freiland, wo die geschilderten Bedingungen viel seltener aufzutreten pflegen, kann durch weiten Stand der Pflanzen und genügende Drainierung viel zur Verhütung der Krankheit getan werden. Dafs daneben auch Mittel versucht worden sind, um die Konidien selbst abzutöten, zeigt u. a. die Arbeit von G. ISTVANFFY[2]). Er zeigte, dafs das Optimum der Temperatur für die Sporenkeimung bei etwa 25° liegt, während bei 5—12° die Keimung bedeutend verlangsamt, bei 39—41° unmöglich wird. Starker Frost, dem langsames Auftauen folgte, tötete binnen sechs Tagen 30% der Sporen ab, und eine Temperatur unter dem Gefrierpunkte schwächte in sechs Tagen die Keimkraft bedeutend. Durch Bordeauxbrühe, selbst bei einer Konzentration von 6—8%, werden die Sporen nicht getötet, wohl aber durch eine 1,5% Lösung von Calciumbisulfit. Eine sichere Vernichtung der Sporen läfst sich nur durch fraktioniertes Bespritzen ermöglichen, wobei dann allerdings nicht die Sporen selbst, sondern die ausgekeimten Keimschläuche abgetötet werden. In den meisten Fällen aber wird man die Spritzmittel nicht zur Anwendung bringen, sondern durch Lüftung und Trockenheit schneller denselben Effekt erreichen. Erwähnt mag der Kuriosität wegen sein, dafs man auch durch direkte Immunisierung[3]) der Pflanzen die Krankheit zu bekämpfen versucht hat; die Mittel dazu flöfsen aber wenig Vertrauen ein, weshalb hier nur davon Erwähnung getan sein soll.

Hatten wir im vorstehenden die Botrytiskrankheit ohne Rücksicht auf die Spezifizität des erregenden Pilzes besprochen, so seien jetzt noch einige Krankheiten erwähnt, bei denen andere Arten beteiligt zu sein scheinen. Auf Orangen- und Limonenfrüchten hat U. BRIZI[4]) eine Krankheit

---

[1]) The parasitism of Botrytis cinerea in Bot. Gaz. XXXIII, 1902, S. 421.

[2]) A Botrytis, Monilia ès Coniothyrium sporòinole èletképessègèröl; cfr. Ztschr. f. Pflanzenkr. XIV, S. 301.

[3]) BEAUVERIE, Essais d'immunisation des végétaux contre les maladies cryptogamiques in Compt. rend. CXXXIII, 1901, S. 107, und J. RAY, Cultures et formes attenuées des maladies cryptogamiques l. c. S. 307.

[4]) Sulla Botrytis citricola n. sp. parassità degli agrumi in Rend. R. Acc. dei Lincei. Roma XII, 1903, S. 318.

beobachtet, die sich zuerst in einzelnen, zerstreuten, vertieften, rotbraunen Flecken der Fruchtschale äufserte. Sie verbreiteten sich auf der gesamten Oberfläche der Früchte, bis schliefslich die Früchte abfielen oder, wenn sie bereits gepflückt waren, zerfielen. Bisweilen mumifizierten die Früchte auch, ohne aber eine Spur von Konidienbildung zu zeigen. Die kranken Früchte riechen sehr angenehm, bringen aber die Konidienträger erst im Thermostaten hervor. Sie treten in Form eines glänzend weifsen Schimmels auf und entwickeln an reichlich trichotom verzweigten Ästen an den Enden traubenförmig gehäufte hyaline Konidien. Brizi nennt den Pilz *B. citricola* und konnte ihn auf gesunde Früchte verimpfen, wenn er die Konidien in Verwundungen der Schale brachte.

Endlich wäre *B. Paeoniae* Oudem. zu erwähnen, die junge Päonienstengel befällt und auch auf *Convallaria* beobachtet wurde [1]). Sie scheint namentlich in Holland sehr häufig Schaden anzurichten, ist aber auch schon in Deutschland beobachtet worden. Ob die Art mit der obenerwähnten von Maiblumen (S. 302) identisch ist, mufs vorläufig unentschieden bleiben.

Wir haben im vorstehenden schon verschiedentlich *Sclerotium*-Arten erwähnt, die zu Sclerotinien- oder Botrytis-Arten gehören; aufser diesen aber sind von dieser Gattung noch viele Arten beschrieben worden, deren Zugehörigkeit man noch nicht kennt. Um spätere Wiederholungen zu vermeiden, mögen hier noch einige genannt sein, die unter Umständen Schaden stiften können, und von denen man bisher keinerlei Fortpflanzungsorgane kennt. *S rhizodes* Auersw. bildet schwarze kleine Sclerotien, die an Blättern von Wiesengräsern zur Entwicklung kommen. Das Mycel tötet das Blattgewebe ab und kann unter Umständen den Heuertrag empfindlich schädigen [2]). An der Reispflanze hat Cattaneo [3]) ein *S. Oryzae* beobachtet, das in den Hohlräumen der Halmteile und Blattscheiden sich ausbildet. Der Halm reifst durch die Massenhaftigkeit der Sclerotienentwicklung schliefslich auf und geht zugrunde. Auf dem Zuckerrohr, sowohl an den Blattscheiden wie an den Blättern, kommen nach Wakker und Went [4]) mehrere Arten von Sclerotien vor und verursachen Krankheiten, auf die hier nur der Vollständigkeit wegen hingewiesen sein mag.

Die Familie der Ascobolaceae besitzt nur saprophytische, auf Mist und faulenden Abfällen lebende Arten und hat für uns kein Interesse. Auch die Familie der Pezizazeae bietet nur wenige hier in Betracht kommende Formen. So beobachtete F. Ludwig [5]) in einer Gärtnerei, dafs die Fruchtkörper von *Plicaria vesiculosa* Bull. auf den mit Hornspänen, Pferdemist und Jauche gedüngten Beeten so massenhaft hervorbrachen, dafs dadurch die Pflanzen aus dem Boden gehoben wurden. Aufserdem aber war auch Mycel in die Pflanzenstengel eingedrungen, die dadurch bleichten und abstarben. Unter der Glasglocke entwickelten sich aus solchen kranken Stengeln Konidienträger, wie sie ähnlich Brefeld in der Kultur erzogen hat. Im allgemeinen dürften wohl solche Krankheitsfälle zu den Seltenheiten gehören.

---

[1]) J. Ritzema Bos, Botrytis Paeoniae Oud., die Ursache einer bis jetzt unbeschriebenen Krankheit der Päonien, sowie der Convallaria majalis in Zeitschr. f. Pflanzenkr. VIII, 1898, S. 263.

[2]) Vgl. Frank, Die Krankheiten der Pflanzen, 2. Aufl., II, S. 511.

[3]) Arch. trienn. di Labor. di Bot. critt. di Pavia 1877, S. 10.

[4]) De ziekten van het suikerriet op Java, S. 121 ff.

[5]) Mykologische Notizen in Zeitschr. f. Pflanzenkr. V, 1895, S. 12.

Die Familie der Pyronemataceen enthält keine Schädlinge.

Helvellineae.

Bei diesen Pilzen entwickelt sich das Schlauchhymenium von Anfang an frei auf einer mehr oder weniger differenzierten Unterlage, die als Stiel oder Becher ausgebildet sein kann. Zu erwähnen wäre *Vibrissea sclerotiorum* Rostr., die eine Krankheit von *Medicago lupulina* in Dänemark verursacht. Die Pflanzen sterben ab, und an den abgestorbenen Wurzeln und Stengeln entstehen schwarze Sclerotien, aus denen im nächsten Jahre hellrötliche feine Stielchen hervorwachsen; an ihrer Spitze stehen hellrote kleine Köpfchen, welche das Schlauchlager tragen.

Rhizina inflata (Schäff.) Sacc. wird für ein Absterben junger Coniferenpflanzen verantwortlich gemacht. Die Stämmchen und Wurzeln der erkrankten Pflanzen werden von dem Mycel durchwuchert, das in Form von *Rhizoctonia*-ähnlichen Strängen zu den Wurzeln herauswächst. Am Mycel entstehen nach R. Hartig[1]) borstenförmige Konidienträger (Coremien), die in ihrer ganzen Länge seitliche Auszweigungen tragen, an denen cylindrische Konidien abgeschnürt werden. Aufserdem sollen Schnallenbildungen an den Fäden verkommen, wie sie bisher nur von Basidiomycetenmycelien bekannt sind. Ob diese beobachteten Bildungen aber zur *Rhizina* gehören, erscheint mehr als zweifelhaft. Auch E. Prillieux[2]) hatte bereits früher über diese „maladie du rond“ (Ringseuche) genannte Krankheit Beobachtungen angestellt, welche durch die Hartig'schen Untersuchungen bestätigt und erweitert worden sind. In einiger Entfernung von den kranken Pflanzen bilden sich dann die Apothecien des Pilzes aus, welche aus unregelmäfsigen, braunen, flachen, meist schüsselartigen Fruchtkörpern bestehen, welche auf der Oberfläche das Hymenium tragen und unterseits mit dicken wurzelartigen Rhizinen im Erdboden sitzen. Meistens findet man den Pilz an Brandstellen oder an Waldwegen, wo er wohl rein saprophytisch wächst. Nach Lage unserer jetzigen Kenntnisse bedarf die *Rhizina*-Krankheit einer erneuten kritischen Untersuchung.

D. Basidiomycetes.

Wir wenden uns jetzt der zweiten Hauptreihe der Mycomyceten zu, die man als Basidiomycetes im weitesten Sinne zusammenfafst. Wie die Ascomyceten durch den Besitz des Ascus ausgezeichnet sind, so charakterisiert die Basidiomyceten die Basidie. Die Basidie ist phylogenetisch aus dem unregelmäfsigen Konidienträger abzuleiten, wie auf S. 101 auseinander gesetzt wurde, und stellt sich dem Ascus als gleichwertiges regelmäfsiges Gebilde zur Seite (vgl. dazu die Definition auf S. 102 und die Abbildungen von Fig. 14). Die Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Basidie übertrifft diejenige des Ascus ganz bedeutend, denn der Konidienträger besitzt unendlich viel mehr Ausbildungsmöglichkeiten als das Sporangium. Nehmen wir noch die höchst verschiedenartige Ausbildung des Hymeniums hinzu, so erhalten wir einen so grofsen Formenreichtum in der Ausgestaltung der Fruchtkörper, dafs dagegen die Ascomyceten zurücktreten müssen.

---

[1]) Sitzungsber. d. Bot. Vereins in München, 12. Jan. 1891, und Forstl. naturw. Zeitschr. 1892, S. 591.

[2]) Compt. rend. de la Soc. des Agricult. de France XI, 1880, S. 386.

Da die Besprechung der Organisation bei den einzelnen Abteilungen erfolgen mufs, so bleibt uns hier nur übrig, die Hauptgruppen zu definieren. Wie wir bei den Ascomyceten die Ordnung der Hemiasci unterschieden haben, so bilden bei den Basidiomyceten die Hemibasidii oder Ustilagineen eine ganz entsprechende Ordnung, die sich durch noch nicht vollständig regelmäfsig gewordene, basidienähnliche Konidienträger charakterisieren läfst. Dieser Gruppe treten die übrigen Ordnungen als Eubasidii gegenüber, bei denen regelmäfsig ausgebildete Basidien vorhanden sind. Wie schon auf S. 102 besprochen wurde, gibt es geteilte und ungeteilte Basidien: die ersteren finden sich bei den Protobasidiomycetes, die letzteren bei den Autobasidiomycetes.

Wenn wir in diese Hauptabteilungen noch die Unterordnungen eintragen, so erhalten wir folgende Übersicht über die Basidiomyceten:

A. Konidienträger basidienähnlich — Hemibasidii (Ustilagineen)

B. Echte Basidien vorhanden — Eubasidii

- a. Basidien geteilt — (Protobasidiomycetes)
  - I. Basidien quergeteilt
    - 1. Basidie aus einer Chlamydospore hervorwachsend, als Nebenfruchtformen Chlamydosporen vorhanden — Uredineae
    - 2. Basidie nicht aus einer Chlamydospore hervorwachsend, keine Chlamydosporen als Nebenfruchtformen — Auriculariineae
  - II. Basidien über Kreuz geteilt — Tremellineae
- b. Basidien ungeteilt — (Autobasidiomycetes)
  - I. Basidien lang keulig, an der Spitze sich gabelig in zwei lange Sterigmen teilend — Dacryomycetineae
  - II. Basidien keulig, an der Spitze kurze feine Sterigmen tragend
    - 1. Basidien ein frei stehendes Hymenium bildend
      - † Hymenium ein flaches Lager bildend, ohne Fruchtkörper — Exobasidiineae
      - †† Hymenium auf einem mehr weniger differenzierten Fruchtkörper stehend — Hymenomycetineae
    - 2. Basidien in Hymenien, welche die Wände von Kammern auskleiden, Unterordnungen der Gasteromycetes.

Hemibasidii (Ustilagineen).

Die Ustilagineen sind ausschliefslich Parasiten und besitzen, da eine grofse Zahl von Arten wichtigen Nutzpflanzen beträchtlichen Schaden zufügt, für die Lehre von den Pflanzenkrankheiten eine ganz hervorragende Bedeutung. Ihr Mycel lebt ausschliefslich im Innern der von ihnen befallenen Pflanzenteile und durchwuchert zuerst intercellular die Gewebe, dringt aber dann auch in die Zellen ein, sie vollständig zerstörend und vernichtend. Die Mycelfäden zergliedern sich in ihrem

ganzen Verlauf unter gleichzeitiger Bildung von zahllosen Seitenzweigen in eine Unzahl von kleinen kugligen Sporen, welche den Charakter von Chlamydosporen besitzen. Durch Zerreifsen der bedeckenden Gewebeschichten werden sie frei und stäuben meist in auffälliger Weise als schwarzes Pulver aus. Diese sehr bekannte Erscheinung, wodurch die Pflanzenteile wie schwarz bestäubt und verbrannt erscheinen, hat den Pilzen den Namen Brandpilze eingetragen. Während die Entwicklung bis hierher schon seit langer Zeit bekannt war, lernte man das Schicksal dieser Chlamydosporen oder Brandsporen erst viel später durch die Untersuchungen TULASNE's, DE BARY's, BREFELD's und anderer näher kennen. Die weitere Entwicklung setzt mit dem Auskeimen der Brandspore ein, indem ein Keimschlauch ausgetrieben wird, der entweder quergeteilt sein kann und seitlich Konidien bildet, oder der ungeteilt ist und an der Spitze einen Kranz von Konidien trägt. Wir unterscheiden danach die beiden Familien der Ustilaginaceae und Tilletiaceae. Dieser kurz skizzierte Entwicklungsgang kehrt mit kleineren oder gröfseren Abweichungen bei allen Arten wieder; um deshalb Wiederholungen zu vermeiden, soll die vollständige Entwicklung einiger Arten weiter unten geschildert werden. Es dürfte dann genügen, bei den abweichenden Arten nur auf die Verschiedenheiten einzugehen. Auf die allgemeinen Fragen der Biologie und der Bekämpfung der Brandpilze möchte ich erst am Schlusse dieses Kapitels zurückkommen, wenn wir die einzelnen Formen und die sich daran anknüpfenden Streitfragen kennen gelernt haben.

Wir beginnen mit der Familie der Ustilaginaceae.

Das Mycel der hierher gehörigen Pilze ist meist sehr dünn und wird durch zahlreiche Scheidewände geteilt. Es verzweigt sich meist sehr reichlich und wächst gewöhnlich in den Intercellularräumen. In die Zellen selbst wachsen kurze, sich traubig verästelnde Seitenzweige hinein, welche als Haustorien dienen. Indessen wachsen bei manchen Arten (*Ustilago hypodytes*, *echinata*) die Mycelfäden auch innerhalb der Zellen und produzieren hier auch ihre Sporen. Das Mycel bleibt bei einigen Arten auf die Infektionsstelle beschränkt, wo es dann auch die Brandsporen erzeugt, bei anderen dagegen wächst es durch die ganze Pflanze hindurch, ohne sie wirklich zu schädigen, und bringt erst in den Blütenorganen die Sporen hervor. Wir werden weiter unten in *U. Maydis* und *U. Avenae* für beide Fälle gut bekannte Beispiele kennen lernen. In den Fällen der Lokalisation des Mycels kommt es häufig zu gallenartigen Auftreibungen oder Auswüchsen, deren Gröfse von der eines Stecknadelkopfes bis zu der eines Kindskopfes je nach der Art variieren kann. Bei anderen Arten, namentlich bei den die Antheren oder Fruchtknoten bewohnenden, ist die Anwesenheit des Parasiten äufserlich erst bemerkbar, wenn die Sporen frei werden. Die Sporenbildung selbst erfolgt, wenn sich durch reichliche Verzweigung das Mycel genügend vermehrt und im Innern der Gewebe dicht verschlungene Knäuel gebildet hat. Vorher quillt bei den meisten Arten die Membran der Hyphen gallertig auf, indem zugleich der Inhalt in einzelne kleine Partien zerfällt, die sich später zu Sporen umbilden. In den vegetativen Hyphen finden sich zahlreiche Kerne vor; bei dem Zerfall in einzelne Teile bekommt jeder Teil zwei Kerne mit, wie P. DANGEARD[1]) zeigte. SCHMITZ und FISCH hatten bei ihren früheren Untersuchungen

[1]) Le Botaniste III, 1892, p. 241 ff.

nur einen Kern gefunden, doch beruht dies vielleicht auf Mängeln in der Technik. Die beiden Kerne vereinigen sich, und es bildet sich dann um jedes Plasmateilchen eine gesonderte Membran aus. Die umhüllende Gallertschicht wird mit zunehmender Reife der Sporen immer dünner und verschwindet schliefslich bei der definitiven Reife vollständig. Die Fäden und ihre Auszweigungen werden bei der geschilderten Sporenbildung vollständig aufgebraucht; bei der Reife wenigstens sind zwischen den locker zusammenliegenden Brandsporen keinerlei Mycelreste mehr zu sehen. Die anfangs farblosen Sporen erhalten allmählich eine braune bis schwarze Färbung, die sich auf die äufsere Sporenhaut beschränkt, während die innere dünner und farblos bleibt. Die äufsere Membran verdickt sich und trägt häufig auf ihrer Oberfläche feine Stacheln, Wärzchen oder netzartig verbundene Leistchen, die polygonale Felderchen einschliefsen. Die Sporen sind entweder untereinander frei *(Ustilago)* oder vereinigen sich zu Sporenhaufen mit gleichwertigen Zellen *(Sorosporium)*.

Man hat lange Zeit diese als Brandsporen bezeichneten Fortpflanzungsorgane für die eigentlichen Sporen gehalten, bis es gelang, ihre weitere Entwicklung nachzuweisen. Es wächst, indem die äufsere Sporenhülle mehr oder weniger aufreifst, ein Keimschlauch hervor, der je nach der Art ungeteilt bleibt oder sich durch Horizontalscheidewände in 2—4 Zellen teilt. Man hat für diesen Keimschlauch den Namen Promycel eingeführt, richtiger ist aber der von Brefeld eingeführte Ausdruck Hemibasidie, da er die Homologie mit der echten Basidie andeutet. An den Teilzellen der Hemibasidie wachsen seitlich kleine Sporen hervor (Sporidien), die nun ihrerseits wieder auf der passenden Nährpflanze auskeimen und sie von neuem infizieren können. Indessen trifft eine solche Spore nicht immer sofort die Nährpflanze, und sie ist deshalb befähigt, hefeartig auszusprossen und dadurch gleichsam ihre Lebensdauer zu verlängern. Diese Sprossung in Hefekonidien geht so lange vor sich, wie Nährstoffe vorhanden sind, bei reichlichem Vorhandensein also bis ins Unendliche. Es ist das Verdienst O. Brefeld's, dafs er auf diese Verhältnisse zuerst die Aufmerksamkeit lenkte und zugleich damit die morphologische Bedeutung der Brandsporen klarlegte. Wir müssen also die Brandsporen als Dauersporen auffassen, als echte Chlamydosporen, welche die Fähigkeit haben, fruktifikativ auszukeimen. Beim Vergleich mit den später zu besprechenden Uredineen wird die grofse Ähnlichkeit in der Keimung ihrer Chlamydosporen deutlich ins Auge fallen. Einzelne Modifikationen in der Keimung der Chlamydosporen werden wir bei der Gattung Ustilago kennen lernen.

Die zur Familie der Ustilaginaceen gehörigen Gattungen lassen sich folgendermafsen charakterisieren:

A. Chlamydosporen einzeln

a. Keimung durch eine 1—5 zellige Hemibasidie mit seiten- und endständigen Konidien, selten mit einfachem Keimschlauch — Ustilago

b. Keimung durch eine zweizellige Hemibasidie, deren beide Zellen auf einem längeren Sterigma nach und nebeneinander mehrere Konidien bilden — Anthracoidea

B. Chlamydosporen zu zwei vereinigt — Schizonella

C. Chlamydosporen zu vielen vereinigt
  a. Chlamydosporen lose verbunden — Sorosporium
  b. Chlamydosporen fest miteinander vereinigt
    I. Hemibasidie mit seitlichen und endständigen Konidien — Tolyposporium
    II. Hemibasidie mit einer einzigen endständigen Konidie — Thecaphora.

Von diesen Gattungen ist die artenreichste und für die Phytopathologie wichtigste die Gattung *Ustilago* Pers. Bei den meisten Arten erfolgt die Ausbildung der Brandsporen im ganzen Lager gleichzeitig, bei einigen aber schreitet sie schichtenweise von aufsen nach innen fort; Cornu hat letztere Arten als *Cintractia* (*Endothlaspis* Sorok.) abgetrennt (*U. hypodytes, Sorghi* usw.), was aber überflüssig erscheint, da die Unterschiede nicht scharf genug ausgeprägt sind. *Ustilago* repräsentiert den typischen Entwicklungsgang eines Brandpilzes, indem die gallertig aufquellenden Fäden in ein zuletzt lose gelagertes Sporenpulver zerfallen. Die Auskeimung erfolgt mit 1-5 zelligen Hemibasidien, selten mit einem typischen Keimschlauch. Die Konidien werden seitlich angelegt oder an der Spitze gebildet und können wieder in endloser Reihe Hefekonidien erzeugen. Nachdem Tulasne als erster die Entwicklungsgeschichte von Ustilagineen und speziell Ustilago-Arten in grofsen Zügen festgelegt hatte, wurden durch spätere Forscher wie Kühn, de Bary, Wolff, Fischer von Waldheim u. a. weitere Tatsachen bekannt, bis endlich O. Brefeld[1]) die Untersuchung wieder aufnahm und die Entwicklung durch künstliche Kultur bis in die kleinsten Einzelheiten aufklärte.

Brefeld teilt die Gattung nach der Art der Auskeimung der Brandsporen in drei Untergattungen, von denen die erste, *Proustilago*, sich dadurch auszeichnet, dafs die an den Hemibasidien gebildeten Konidien zu Mycelien oder Fruchtträgern in unbestimmter Gestalt auswachsen, an deren Scheidewänden wieder ähnliche Konidien gebildet werden. Diese Form mit schwankender Fruchtträgerbildung hält Brefeld für den Ausgangspunkt der höheren Arten. Hierher gehört *U. longissima* Sow., die ihre Sporenlager in langen parallelen Schwielen an Glyceriablättern bildet. Die auffälligen grünlichbraunen Schwielen sind anfangs geschlossen, platzen aber später meist an der Oberseite auf und lassen die meist kugligen, glatten, hellolivenbraunen Sporen frei werden. Bei der Keimung wird ein aus mehreren länglichen Zellen bestehender Fruchtträger gebildet, an dessen Scheidewänden Konidien abgeschnürt werden, die wieder zu ganz ähnlichen Fruchtträgern heranwachsen. Wenn auch der Pilz keinen besonderen Schaden anrichtet, so scheinen nach Beobachtungen von J. Eriksson[2]) die Sporen dem Rindvieh schädlich zu sein, namentlich wenn das Süfsgras (*Glyceria spectabilis*) frisch zur Verfütterung gelangt. — Eine zweite hierher gehörige Art ist *U. grandis* Fries auf *Phragmites communis*, die in den oberen Internodien ihre schwarzbraunen Sporen in dicken Schwielen, die von einer derben,

---

[1]) Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie, Heft V, Leipzig 1883; hier werden S. 32 die Arbeiten der vorher genannten Forscher und anderer aufgeführt, weshalb ich hier die Wiederholung vermeide. Die Fortsetzung dieser Untersuchungen bringen Heft XI und XII, Münster 1895.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. X, 1900, S. 15.

aus den oberen Schichten der Gewebe der Nährpflanze bestehenden Hülle anfänglich umschlossen sind, zur Ausbildung bringen.

Eine Steigerung zur Regelmäfsigkeit bietet die zweite Untergattung *Hemiustilago*, bei welcher die Brandsporen regelmäfsige Hemibasidien von bestimmter Zellenzahl bilden; an ihnen entstehen Konidien, die zur gleichen Fruchtträgerform auskeimen. *U. bromivora* Fisch. de Waldh. reift ihre schwarzen Sporenmassen in den Blütenteilen von *Bromus*-Arten. Die Hemibasidien sind länglich, zweizellig und produzieren am Ende oder an der Scheidewand die Konidien, welche wieder zu ähnlichen Fruchtträgern auskeimen. — In den Antheren oder Pistillen von Liliaceen finden sich nicht selten die Sporenhaufen von *U. Vaillantii* Tul. Besonders bei den kultivierten Scilla- und Muscari-Arten macht sich der schwarze Sporenstaub in den Blüten unangenehm bemerkbar. Die Auskeimung erfolgt mittels dreizelliger Hemibasidien.

Weitaus die gröfste Untergattung ist *Euustilago*; hier keimen die Brandsporen in mehrzellige, sehr häufig vierzellige Hemibasidien aus, an denen die kleinen Konidien erzeugt werden. Die Konidien sprossen stets bei genügender Menge von Nährstoffen hefeartig weiter und bilden nur, wenn sie auf die zusagende Nährpflanze kommen, Keimschläuche aus. Die verschiedenen Typen der Auskeimung, die Brefeld beobachtet hat, interessieren uns hier nicht weiter.

Wir wenden uns zunächst zu den wichtigsten Arten, den Brandpilzen des Getreides. Auf Hafer finden sich die beiden Arten *U. Avenae* (Pers.) Jens. (Fig. 45, *5*, *6*) und *U. laevis* (Kellerm. et Sw.) Magn., die sich dadurch unterscheiden, dafs jene Brandsporen mit rauher Oberfläche, diese dagegen mit glatter Exine besitzt. Im übrigen sind die von ihnen hervorgebrachten Schädigungen gleich. Schon bei flüchtiger Musterung fallen im Sommer auf Haferfeldern die erkrankten Pflanzen dadurch ins Auge, dafs ihre Rispen aus der umhüllenden Blattscheide bald heraustreten und nun von Wind und Wetter zerrissen und zerzaust werden, wodurch die schwarzen Sporenmassen herausfallen und Spindel und Blattscheide bestäuben. Die Sporenlager werden in allen Blütenteilen, Fruchtknoten, Staubfäden, Spelzen und sogar in den Grannen ausgebildet und sind anfangs von der weifslichen Oberhaut bedeckt. Wenn diese durch den Einflufs des Wetters zerrissen wird, so stäuben die Sporen aus, und es bleiben zuletzt von der ganzen Rispe nur noch die Stiele und einige spärliche Blütenreste übrig. Meistens werden alle Blüten einer Rispe gleichmäfsig befallen; doch nicht selten findet man auch eine Blüte oder einen ganzen Rispenteil dazwischen, die ein Korn zur Reife bringen. Die Brandsporen haben kuglige oder etwas längliche Gestalt und sind 5—8 μ lang und 4,5—6 μ breit. Die einzelne Spore ist olivenbraun gefärbt, an einer Seite ein wenig blasser, in der Masse aber bilden sie fast schwarze Haufen. Sie keimen mit einer meist vierzelligen Hemibasidie aus, welche in Nährlösungen zahlreiche Konidien erzeugt; diese sprossen hefeartig weiter, keimen aber bei Erschöpfung des Nährbodens in Fäden aus.

Die Infektion der Haferpflanze durch den Pilz ist von O. Brefeld[1]) eingehend studiert worden und soll nach seinen Schilderungen hier dargestellt werden, da sie uns ein Bild von der Entwicklung eines bestimmten Typus der Brandpilze gibt. Die Brandlager des Haferbrandes werden ausschliefslich in den Blütenteilen erzeugt, aber es erschien von vorn-

[1]) Untersuchungen aus dem Gesamtgeb. der Mycol. Heft XI, 1895, S. 23.

herein unwahrscheinlich, dafs etwa die junge Blütenstandanlage infiziert werden könnte. Diese ist so dicht mit Hüllblättern umschlossen, dafs eine Infektion schwer möglich erscheint. Zudem hatten bereits die älteren Versuche von R. Wolff[1]) und J. Kühn[2]) erwiesen, dafs die Infektion nur bei den Keimpflanzen erfolgen kann. Brefeld hatte demnach nur zu zeigen, wie die Infektion erfolgt und das Mycel die Pflanze durchwuchert, um in den Blütenorganen zur Sporenbildung zu schreiten. Er stellte die Infektionen nicht mit Brandsporen, sondern mit den Sprofskonidien an, die er in langen Reihenkulturen rein gezüchtet hatte. Dabei konnte er gleichzeitig erweisen, dafs die Kraft, in Mycelschläuchen auszukeimen, bei langer Reihenkultur allmählich geringer wird; die Infektionskraft der Sporen wird also im Laufe der Generationen geringer. Die jungen in Anzuchtskästen befindlichen Haferkeimlinge wurden mit den in Wasser aufgeschwemmten Konidien mittels eines Pulverisators besprüht und dann nach einiger Zeit ins freie Land verpflanzt. Von den Pflanzen wurde je nach dem Altersstadium, in dem die Keimlinge infiziert worden waren, ein bestimmter Prozentsatz brandkrank. Wenn die Keimlinge in den frühesten Stadien, wo das Knöspchen eben hervortritt, behandelt wurden, so erkrankten 17—20 %; waren die Keimlinge bereits 1 cm lang, so zeigten sich 7—10 % brandiger Pflanzen; wenn die Keimlinge 2 cm lang waren, ohne dafs bereits das Scheidenblatt durchstofsen war, so wurden nur 2 % der Pflanzen krank; endlich bei älteren Keimlingen mit durchstofsenem Scheidenblatt nur 0—1 %. Damit wird also bewiesen, dafs die Infektion nur gelingt, wenn der Keimling möglichst jung ist. Es wurde dann der Verlauf der Infektion näher verfolgt. Der Keimschlauch durchbohrt unter deutlicher Lochbildung die Cuticula und wächst quer durch die Zellen hindurch. Während in den jüngsten Keimlingsstadien die eingedrungenen Mycelien deutlich und zahlreich im Innern aufzufinden sind, wird es bei zunehmender Streckung und Erstarkung der Gewebe immer schwieriger, Mycel in längerem Zusammenhang aufzufinden. Bei der erwachsenen Pflanze finden sich Mycelreste nur in den Geweben der Knoten, und hier auch nur gleichsam abgerissene Stücke, welche für eine Erkrankung der Pflanze nicht mehr in Betracht kommen.

Der Pilz kann also dem schnellen Längenwachstum der Pflanze nicht mehr folgen, und sein Mycel wird deshalb in Bruchstücke zerrissen, die in den erstarkenden Geweben gleichsam eingekapselt und unschädlich gemacht werden. Die Pflanze besitzt demnach in der schnellen Längsstreckung der Internodien eine Art von Schutzmittel gegen den Parasiten. Anders aber wird die Sache, wenn das Mycel im Vegetationsscheitel mit dem Wachstum der Pflanze so weit gleichen Schritt zu halten vermag, dafs stets einzelne Mycelpartien im Scheitel vorhanden bleiben. Dann gewinnt der Pilz bei Anlage des Blütenstandes Zeit, sich in den angelegten Blütenteilen, die gleichsam den äufsersten Teil der Pflanze bilden, auszubreiten und zur Sporenbildung zu schreiten. Wir sehen also, dafs nicht jede gelungene Infektion einer Keimpflanze zum Brandigwerden zu führen braucht, sondern dafs dafür vor allen Dingen der Umstand ausschlaggebend ist, ob sich der Pilz dauernd im Scheitelgewebe zu halten vermag. Dies liefert auch die Erklärung

---

[1]) Der Brand des Getreides. Halle 1873.
[2]) Sitzungsber. der Naturforsch. Ges. in Halle 1874.

dafür, weshalb die Infektion bei jüngeren Keimlingen in viel höherem Mafse gelingt als bei älteren; in jenem Falle vermag das Mycel viel leichter zum Scheitel zu wachsen und sich darin zu halten, als wenn bereits die Streckung der Internodien eingesetzt hat.

In noch höherem Mafse liefs sich die Erkrankung der Pflanzen herbeiführen, wenn die Konidien frischem Pferdedung zugesetzt wurden, mit dem die Pflanzen in den Anzuchtskästen beschickt waren; dann liefsen sich bis 46 % kranker Pflanzen erzielen. Auf dem Felde wird die Verbreitung des Brandes, wie auch bei anderen Arten, so vor sich gehen, dafs die in der Erde überwinterten Sporen im Frühjahr unter geeigneten Bedingungen keimen und Konidien bilden. Ob nun diese Konidien eine geeignete junge Pflanze treffen oder zu Hefekonidien aussprossen oder ganz zugrunde gehen, das hängt von Zufälligkeiten ab, in erster Linie wohl von Witterungsverhältnissen. Darüber wird im Zusammenhang noch später zu handeln sein.

Brefeld[1]) hat auch entsprechend den Versuchen mit dem Weizen- und Gerstenflugbrand die Blüten infiziert, doch erzielte er bisher keine Erfolge, obwohl manche Tatsachen dafür sprechen, dafs bisweilen auch eine Blüteninfektion und damit eine Überwinterung im Korn stattfinden mufs. Jedenfalls kommt aber ein derartiger Modus gegenüber der Ansteckung vom Boden aus kaum in Betracht.

Auf der Gerste kommen ebenfalls zwei[2]) Arten vor, nämlich *U. nuda* (Jens.) Kellerm. et Sw. (= *U. Hordei* Bref.) und *U. Hordei* (Pers.) Kellerm. et Sw. (= *U. Jensenii* Rostr.). Die Zerstörungen, welche beide an den Gerstenähren verursachen, sind ganz denen analog, die wir beim Haferbrand kennen gelernt haben. Bei *U. nuda* treten die erkrankten Ähren frei aus der Blattscheide heraus (Fig. 45, *3*), bei *U. Hordei* dagegen bleibt die Ähre mehr oder weniger eingeschlossen (Fig. 45, *1*). Besonders bezeichnend sind natürlich diese Unterschiede nicht, wohl aber lassen sich beide leicht durch die Brandsporen und ihre Keimung unterscheiden. Bei *U. nuda* sind die Sporen etwas rauh, schwarzbraun, oval bis kuglig und messen etwa 5—7 μ in der Länge und 5—6,5 μ in der Breite; bei der Auskeimung wird nur ein Keimschlauch gebildet, der sich vergröfsert und verzweigt, aber niemals eine Konidie bildet (Fig. 45, *4*). Dagegen besitzt *U. Hordei* ausschliefslich kuglige, schwarze, glatte Sporen von 6,5—7,5 μ Durchmesser; die Auskeimung erfolgt in einer vierzelligen Hemibasidie, die in der gewohnten Weise die Konidien bildet (Fig. 45, *2*). Die Sporen von *U. nuda* behalten ihre Keimkraft höchstens ein Jahr, während die Haferbrandsporen viel resistenter sind. Bemerkenswert erscheint auch die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Sporen der beiden Arten gegenüber Kupferbeize; während *U. nuda* sehr widerstandsfähig ist, lassen sich bei der anderen Art schon mit Beize von ½ % alle Sporen sicher abtöten. Der Grund dieses Verhaltens scheint in der

---

[1]) Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie. Heft XIII, 1905, S. 47.

[2]) In einer vorläufigen Mitteilung (Zeitschr. f. Pflanzenkr. IV, 1894, S. 321) hat H. Biedenkopf noch eine dritte Art, *U. medians*, aufgestellt, die sich in ihrer rauhen Sporenoberfläche der *U. nuda* nähert, sich aber von ihr durch Bildung von Hemibasidien und Konidien unterscheidet. Meines Wissens ist später über diese Art nichts mehr veröffentlicht worden, weshalb ich sie hier auslasse. Ebenso ist noch zu wenig über *U. Kolleri* Wille bekannt, um sie behandeln zu können. Über die Unterscheidungsmerkmale der Getreidebrandarten vergl. P. Herzberg, Vergleichende Untersuchungen über landwirtschaftlich wichtige Flugbrandarten in Zopf, Beiträge zur Physiologie etc. Heft V. Leipzig 1895.

verschiedenen Benetzbarkeit der Sporen gegeben zu sein, da die rauhe Oberfläche der Sporen von *U. nuda* wahrscheinlich das Wasser nicht so leicht annimmt wie die glatten Sporen der anderen Art.

Mit *U. nuda* hat O. Brefeld [1]) Infektionsversuche gemacht, welche wie der gleich zu besprechende Weizenflugbrand das Resultat ergaben, dafs die Narben von den Sporen infiziert werden und das Mycel in latentem Zustande in den Geweben des Kornes überwintert. Dazu stimmt auch, dafs die Sporen rein vegetativ auskeimen und nur geringe Keimdauer haben. Ähnliche Beobachtungen hat auch L. Hecke [2]) gemacht, ohne dafs er sie aber so systematisch wie Brefeld weiterverfolgt hätte.

U. Tritici (Pers.) Jens. befällt den Weizen. Die erkrankte Ähre besteht nur aus Resten der Grannen und Spelzen, und dazwischen befinden sich die vollständig zu Brandbeulen umgewandelten Blütenteile; die ganze des Deckblattes beraubte Ähre ist mit den schwarzen Sporen bestäubt. Aufserordentlich selten scheinen auch Brandlager auf den Blättern und Scheiden des Weizens ausgebildet zu werden; es ist allerdings nicht näher untersucht, ob wir es dabei mit derselben Art zu tun haben. Morphologisch läfst sich der Weizenbrand nicht von *U. nuda* trennen, mit der er sogar die Auskeimung in Mycelfäden gemeinsam hat.

Mit dem Weizenflugbrand hat O. Brefeld [3]) Infektionsversuche ausgeführt, die in ganz eigenartiger Weise die Auskeimung der Hemibasidien in Mycelien mit der Infektionsart in Verbindung setzten und zugleich eine Erklärung dafür abgaben, dafs die Sterilisierung der Weizenkörner so geringen Erfolg verspricht. Der genannte Autor versuchte in der vom Haferbrand her bekannten Weise die jungen Keimpflanzen zu infizieren, hatte aber damit nur negative Erfolge. Der Angriffspunkt für die Infektion mufste deshalb anderswo liegen, und zwar konnte es nur die junge Narbe sein. Das aufs sorgfältigste gereinigte und über Winter aufbewahrte Sporenmaterial des Brandes wurde deshalb teils mit einem Pinsel bei der Einzelblüte, teils durch Aufblasen auf die in ein zylindrisches Gefäfs eingesenkte Blütenähre aufgetragen; die mikroskopische Kontrolle ergab, dafs die Sporen in der bekannten Weise auskeimen und die Mycelfäden durch das Griffelgewebe in den Fruchtknoten hineinwachsen. Die Pflanzen erwiesen sich aber trotzdem als völlig brandfrei und brachten gesunde kräftige Körner zur Reife. Wurden diese dann im darauffolgenden Frühjahr ausgesät, so zeigte sich bei jeder der erwachsenen Pflanzen der Brand in so reichlichem Mafse, dafs sämtliche Blüten davon zerstört wurden. Die absolute Sicherheit, mit der diese Resultate immer wieder erreicht werden konnten, zeigt also, dafs der Weizenflugbrand ausschliefslich die Blüten infiziert und deshalb vorzüglich an die Verbreitung durch Wind angepafst ist. Das in den Körnern eingeschlossene Mycel befindet sich besonders unterhalb der Kleberschicht und in der Umgebung des Scutellums; auch im Keimling selber sind Pilzfäden vorhanden. Noch nach dem zweiten Winter blieb das latente Mycel lebenskräftig und machte alle Pflanzen brandkrank. Diese Tatsache allein schon

---

[1]) Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie. Heft XIII, 1905, S. 33.

[2]) Ein innerer Krankheitskeim des Flugbrandes im Getreidekorn in Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich. 1904.

[3]) Heft XIII S. 21.

bewies, dafs das in dem Samen vorhandene Mycel die Krankheit verursacht, aufserdem aber verbürgte auch die sterile Aussaat der Körner und ihre vorherige Desinfizierung, dafs jede Infektionsgefahr von aufsen ausgeschlossen war.

Endlich hat auch der Roggen seinen Brandpilz, *U. Secalis* Rabenh., der aber nur selten vorkommt und deshalb viel weniger Schaden stiftet als die Brandpilze der übrigen Getreidearten. Der Pilz befällt nur die Fruchtknoten.

Man fafste früher die auf den verschiedenen Getreidearten vorkommenden Ustilagineen als eine Sammelart, *U. Carbo*, auf, aber die genauere Untersuchung der Sporen, namentlich ihre Keimung, zeigte bald, dafs die alte Art in eine ganze Anzahl von Arten zerlegt werden mufs, so wie es im vorstehenden geschildert wurde.

Der Mais wird von drei Brandarten heimgesucht, *U. Maydis* (DC.) Tul., *U. Fischeri* Pass. und *U. Reiliana* Kühn; unter diesen Arten ist die erstere, auch Beulenbrand des Maises genannt, die wichtigste und verdient deshalb eine ausführlichere Behandlung. *U. Maydis* kann seine Brandbeulen auf allen Teilen der Pflanze zur Ausbildung bringen (Fig. 45, *7*, *7a*, *8*); am seltensten finden sie sich auf den Wurzeln, viel häufiger an den Stengeln und Blättern. Am auffälligsten wird der Pilz, wenn einzelne Körner des Fruchtstandes in bis über Nufsgröfse messende Brandbeulen umgebildet sind. An den Stengeln können die Brandbeulen die Gröfse eines Kindskopfes erreichen. Die Brandbeulen sind zuerst von einer festen, weifslich schimmernden Oberhaut umgeben, nach deren Zerstörung die schwarzen Sporenmassen sich zerstreuen. Die Brandsporen sind kuglig oder ellipsoidisch, 8—13 μ lang und 8—10 μ breit und besitzen eine dicke, gelbbraune, feinstachlige Membran. In Nährlösungen keimen die Sporen sehr leicht aus und bilden eine gewöhnlich vierzellige Hemibasidie, an deren Zellen kleine spindelförmige Konidien entstehen (Fig. 45, *9*). Diese Konidien bilden ausgedehnte Sprofssysteme (Fig. 45, *10*). Sehr häufig treiben die Konidien bis zur Oberfläche des Kulturtropfens einen Mycelschlauch, der aufserhalb der Flüssigkeit sich in Konidien zergliedert. Diese Konidien sprossen am Ende wieder in eine oder mehrere Konidien aus, so dafs Verzweigungssysteme entstehen, die den in der Flüssigkeit gebildeten ganz ähnlich sehen. Für die Verbreitung des Maisbrandes in der Natur besitzen diese Luftkonidien, wie wir später sehen werden, eine ganz besondere Bedeutung.

Die Tatsache, dafs beim Maisbrand überall an der Pflanze die Beulen entstehen können, legt die Vermutung nahe, dafs wir es bei dieser Erkrankung nicht mit einer Allgemeininfektion der Pflanze zu tun haben, wie wir sie beim Haferbrand kennen lernten, sondern mit einem lokalen Krankheitsprozefs oder mit anderen Worten: soviel Brandbeulen an einer Pflanze vorhanden sind, so viele Einzelinfektionen sind zustande gekommen. Die ausgedehntesten Infektionsversuche hat Brefeld[1]) unternommen, indem er ganz systematisch die einzelnen Teile der Maispflanze brandkrank machte. Er ging von der gleichen Versuchsanstellung wie beim Haferbrand aus und versuchte die jungen Maiskeimlinge durch Aufsprühen der Konidien zu infizieren. Merkwürdigerweise wurden nur wenige Erkrankungen erzielt und stets nur in der Nähe des Wurzelhalses; alle

[1]) Untersuchungen etc. Heft XI S. 52.

übrigen Teile der Pflanzen blieben gesund. Als dann ältere Pflanzen ins Herz infiziert wurden, zeigte sich ein ganz anderes Bild. Die Blätter bekamen namentlich am Rande überall Brandbeulen, und auch die Achsen erkrankten nicht selten; stets aber ergab sich das Resultat, dafs die älteren Blätter und die bereits erstarkten Stammteile nicht mehr erkrankten, sondern höchstens bleiche Flecken zeigten. Die männlichen und weiblichen Blüten liefsen sich bei richtiger Versuchsanstellung leicht krank machen; zum Beweise der ausschliefslich lokalen Infektion wurden sogar einzelne vorher ausgesuchte Blüten infiziert. Endlich konnten auch an den sich im Laufe des Sommers bildenden Adventivwurzeln Brandbeulen durch Infektion erzeugt werden. In jedem Falle war aber als Vorbedingung für das Gelingen des Versuches das Vorhandensein jugendlicher Gewebe notwendig; sobald die Oberhaut ausgewachsen und erstarkt ist, wird sie für die Keimschläuche undurchgängig. Die Keimschläuche durchsetzen die junge Oberhaut an beliebiger Stelle, indem sie ein deutlich sichtbares Loch bohren, wachsen dann entweder quer durch die Zellen (Fig. 45, *12*) oder in den Intercellularen und beginnen unter fortwährender Verzweigung zu grofsen Mycelmassen heranzuwachsen. Die Mycelfäden sind nicht glatt, sondern zeigen regelmäfsige Auftreibungen und Anschwellungen, ja sehen oft gekröseartig aus. Dabei bleibt das Mycel lokalisiert und geht nicht über den Raum hinaus, den die spätere Brandbeule einnimmt. Wenn die Fäden das richtige Alter erlangt haben, so zergliedern sie sich in der bekannten Weise unter Aufquellung der Membran in die Chlamydosporen, bei welchem Prozefs gleichzeitig auch Wasser abgeschieden wird (Fig. 45, *11*); die Brandbeule wird dadurch prall und feucht. Nach Verdunstung dieses Wassers schrumpft die weifse, die Beule bedeckende Oberhaut zusammen und reifst auf, wodurch dann die braunschwarzen Sporen frei werden. Die Zeitdauer der Reife von der Infektion bis zur Sporenausstreuung beträgt etwa drei Wochen. Nach der Sporenausstreuung fällt gewöhnlich die Brandbeule ab, und es hinterbleibt nur eine Narbe.

Die Brandbeulen werden nun nicht etwa von dem sich vermehrenden Pilzgewebe allein gebildet, sondern in ganz hervorragendem Mafse beteiligt sich durch Wucherung der Gewebe daran die Nährpflanze. Wir haben es also hier mit einer Pilzgalle zu tun. Die anatomischen Verhältnisse dieser Gallen sind mehrfach[1]) untersucht worden, als Hauptresultat steht fest, dafs das Parenchymgewebe sich durch reichliche Zellteilung sehr stark vermehrt. Da aufserdem sehr viel Stärke in diesen Zellen abgelagert wird, so läfst sich daraus mit Leichtigkeit erkennen, dafs die Pflanze absichtlich für den Pilz ein nährstoffreiches Gewebe ausbildet. Die Pilzfäden zerstören nur dieses Gewebe und bilden an seiner Stelle dann die Sporen. Augenscheinlich erreicht die Pflanze durch die Darbietung von Nährstoffen für den Pilz den grofsen Vorteil, dafs die Fäden lokalisiert bleiben, während sie andernfalls zur Erlangung der nötigen Nährstoffe gröfsere Gewebestrecken durchwuchern und schädigen müfsten. Wie schon gesagt, gelingt bei jungen unausgewachsenen Organen die

[1]) Vergl. E. L. Knowles in Journal of Mycol. V, 1889, p. 14; J. H. Wakker in Pringsh. Jahrb. XXIV, 1894, S. 499; O. Brefeld, Untersuchungen etc. Heft XI, 1895, S. 76. — Besonders viele Einzelheiten, auf die hier nicht eingegangen werden kann, enthält die Arbeit von H. von Guttenberg, Beiträge zur physiologischen Anatomie der Pilzgallen. Leipzig 1905.

Erzeugung von Brandbeulen stets, nicht so bei älteren Oberhäuten. Hier findet häufig noch ein Eindringen des Keimschlauches und ein spärliches Wuchern im Gewebe statt, aber es kommt weder zur Beulen- noch zur Sporenbildung; höchstens deutet die bleichere Farbe der infizierten Stelle darauf hin, daſs ein Eindringen stattgefunden hat. Bei alten Organen findet nicht einmal mehr ein Einbohren des Fadens statt; er wächst gleichsam suchend ein Stück an der Oberfläche entlang und stirbt dann ab.

Aus dem Gesagten geht hervor, daſs die Infektionsmöglichkeit eine total andere ist wie beim Haferbrand. Die Erklärung dafür kann nur darin liegen, daſs der Maisbrand Luftkonidien bildet, welche als die Hauptübertrager der Infektion zu gelten haben. Während beim Haferbrand nur die jungen Keimpflänzchen der Erkrankung zugänglich waren, ist beim Maise jedes junge unentwickelte Organ dem Parasiten ausgesetzt. Da aber die zu infizierenden Organe ziemlich hoch über dem Boden liegen, so ist nur ein Anfliegen von Luftkonidien denkbar. Unter welchen Bedingungen diese allerdings in der Natur gebildet werden, wissen wir nicht, doch können wir vermuten, daſs die gekeimten Maisbrandsporen bei reichlich vorhandenen Nährstoffen die bekannten Wasser- und Luftkonidien bilden werden, die dann verweht werden. Obwohl die Wahrscheinlichkeit, daſs eine Konidie nun gerade ein empfängnisfähiges Organ der Maispflanze trifft, unendlich gering ist, so muſs doch die Natur durch die ungeheuere Menge der entstehenden Brandsporen und Konidien dafür gesorgt haben, daſs trotzdem der Pilz stets Möglichkeiten zur Weiterexistenz findet. Wir ersehen die Vorzüglichkeit der Anpassung daraus, daſs der Maisbrand überall verbreitet ist, wo Mais gebaut wird; er ist in unseren Breiten so gut zu Hause wie in den Tropen.

Der Befall eines Feldes ist sehr ungleichmäſsig; während vielfach nur wenige Brandbeulen sich bemerkbar machen, kommen oft bis 30 Prozent kranker Pflanzen vor. Abhängig kann dies verschiedene Auftreten nur von äuſseren Umständen sein. Man hat denn auch gefunden[1]), daſs alle Umstände, welche das längere Zartbleiben der Gewebe verursachen, auch die Verbreitung des Pilzes begünstigen. Bei feuchtem, schwerem Boden, bei längeren Feuchtigkeitsperioden zur Zeit des kräftigsten Wachstums, bei zu dichtem Bestande u. s. f. wird sich auch ein stärkeres Auftreten des Brandes bemerkbar machen. Durch frühe Düngung der Felder sowie durch allzu groſse Nähe von Ställen findet ebenfalls eine Erhöhung der Erkrankungsziffer statt. Nach Arthur und Stuart erfolgt die Ausbreitung der Krankheit nur bei feuchter Luft, namentlich an trüben Tagen und in taufeuchten Nächten. Wenn diese Beobachtung richtig ist, so würde sich allerdings nicht erklären lassen, wie denn die Luftkonidien unter solchen Vorbedingungen verbreitet werden können; zur Windverbreitung gehört stets auch Trockenheit. Dies nehmen auch Hitchcock und Norton an, die bei trockenem Sommer und trockenen Örtlichkeiten eine gröſsere Verbreitung des Brandes beobachteten.

Erwähnt mag hier noch die Untersuchung von J. Ray[2]) sein, der

---

[1]) Vergl. A. S. Hitchcock and J. B. Norton, Corn Smut in Exp. Stat. Kansas State Agric. Coll. Bull. 62, 1896; J. C. Arthur and W. Stuart, Corn smut in 12. Ann. Rep. Indiana Agric. Exp. Stat. 1902.

[2]) Étude biologique sur le parasitisme: Ustilago Maydis in Compt. rend. CXXXVI, 1903, S. 567.

die Bedingungen für den Parasitismus des Maisbrandes näher studiert hat. Danach ist der Ernährungszustand der Pflanzen für die Infektion von Bedeutung; wurden die Pflänzchen in Zuckerlösung erzogen, so erleichterte dies die Infektion. Wenn die Pflanzen durch Ätherdämpfe oder Erhitzen in ihrer Lebensenergie geschwächt wurden, gelang die Infektion leichter. Im Innern der Gewebe zerstört der Pilz nicht das Plasma, sondern nur mit Hilfe einer Diastase andere Nährstoffe, wahrscheinlich Stärke; ist die Pflanze kräftig genug, so kann sie den Angriff dieses Enzyms wirkungslos machen.

Zur Bekämpfung des Maisbrandes ist das Sterilisieren des Saatgutes nicht geeignet, und zwar aus dem Grunde, weil die Verbreitung vom Boden aus durch die Luftkonidien erfolgt. Bespritzen mit Bordeauxbrühe hat gute Erfolge gehabt, aber die Anwendung stellt sich zu teuer. Am einfachsten ist es, wenn die Brandbeulen kurz vor der Reife ausgeschnitten und vernichtet werden. Man nimmt vielfach an, dafs die Maisbrandsporen giftig seien und deshalb beim Vieh Vergiftungserscheinungen hervorrufen können. Das scheint nun aber nach den Untersuchungen von Arthur und Stuart nicht der Fall zu sein; die Autoren behaupten vielmehr, dafs der Maisbrand einen hohen Nährwert besitze und den Tieren gut bekomme.

Die zweite Brandart der Maispflanze, *U. Fischeri* Pass., tritt ungleich seltner als der Beulenbrand in Italien auf und wird, da er nur die Kolbenspindel ergreift, häufig als Kolbenspindelbrand des Mais bezeichnet. Wenn er durch die Ausbildung seines Brandlagers auch nicht direkt Schaden stiftet, so tut er es indirekt, weil natürlich durch die Zerstörung der Spindel viele Körner verkümmern müssen. Die Sporen sind kuglig, mit schwach gekörnter Oberfläche und etwa 4—6 μ Durchmesser. Über die Auskeimung ist nichts bekannt. Die dritte Art endlich, *U. Reiliana* Kühn, befällt ausschliefslich die Fruchtknoten und kommt ebenfalls nicht gerade häufig vor. Da der Pilz auch die Sorghohirse befällt, so soll er bei dieser Nährpflanze näher besprochen werden.

Wir kommen jetzt zu den Brandpilzen der verschiedenen Sorghumarten, von denen der wichtigste der Hirsebrand, *U. Sorghi* (Link) Pass., ist. Er befällt *Sorghum vulgare* und *saccharatum* und bildet den Fruchtknoten zu einem länglichen, mit einer zarten, weifslichen Haut umgebenen Brandbeutel[1]) um; dabei bleiben alle übrigen Teile der Pflanzen normal. Die Brandbeutel werden bis 12 mm lang und treten durch ihre schwarze Farbe auffällig aus der sonst grünlichen Rispe hervor; in der Mitte werden sie von einer Art Columella durchzogen, die vom Grunde des Beutels sich erhebt, sich als fein kannelliertes Säulchen nach oben verjüngt und mit stumpfer Spitze endigt. Gebildet wird die Columella aus dem umgebildeten Gewebe der Wirtspflanze, und die Kannellierung wird durch die stehen gebliebenen Gefäfsbündel erzeugt. Die Wandung des Brandbeutels zeigt dagegen nur noch spärliche Reste der Ovarienwand und wird zum gröfsten Teil aus Pilzparaplectenchym gebildet. Die Brandsporen haben ungefähr kuglige Gestalt, 5—9,5 μ im Durchmesser und eine braune, glatte Membran. Bei der Keimung in Wasser wird eine Hemibasidie gebildet, die sich nach Prillieux an den Scheidewänden in einzelne, häufig für Konidien ge-

[1]) Vergl. E. Prillieux, Le charbon du Sorgho, U. Sorghi in Bull. Soc. Bot. France XLII, 1895, p. 36.

haltene Teilzellen zergliedert. Die Keimung in Nährlösung ist nicht bekannt, wird aber wahrscheinlich nicht so verlaufen. Der Pilz ist weit verbreitet und schädigt, oft im Verein mit den anderen Arten, den Körnerertrag der Hirse ganz bedeutend.

Auf denselben Nährpflanzen kommt noch häufig *U. cruenta* Kühn vor. Das Auftreten dieses Pilzes erstreckt sich nicht blofs auf den Fruchtknoten, sondern er ergreift auch die Infloreseenzäste, die Spelzen und die übrigen Blütenteile; seltener kommen auch vereinzelte Brandpusteln unterhalb der Rispe am Stengel vor. Die Brandpusteln sind klein, braunrot und verschmelzen nur bei starkem Befall zu gröfseren Schwielen, indem gleichzeitig die Äste der Rispchen mehr oder weniger verkürzt und verbildet werden. Die anfangs braunroten, später braunen Sporen sind etwas ellipsoidisch, 5—12 μ lang und 5—10 μ breit und besitzen glatte Membranen. Bei der von Brefeld beobachteten Keimung in Nährlösung werden vierzellige Hemibasidien gebildet, an denen spindelförmige Konidien stehen, die hefeartig aussprossen. Nach Erschöpfung der Nährlösung trieben die Konidien ein oder zwei Keimschläuche aus, welche mit anderen vielfach kopulierten. Mit dieser Art hat O. Brefeld[1]) Infektionsversuche angestellt, welche ähnliche Resultate wie beim Haferbrand ergaben. Die Keimpflanzen der Zuckerhirse werden mit den in Wasser suspendierten Konidien besprüht und verhalten sich in ihrer Empfänglichkeit gegenüber den Pilzkeimen genau ebenso; sobald der Keimling die Scheidenblätter durchstofsen hat, hört die Empfänglichkeit auf. Die Branderkrankungen steigen hier auf über 70 Prozent, bei späteren Versuchen sogar auf 100 Prozent, was sich aus dem langsamen Wachstum der Hirsekeimlinge erklärt, wodurch der Pilz Zeit hat, bis zu dem Vegetationsscheitel durchzudringen. Auffällig ist, dafs die infizierten Pflanzen viel schneller wachsen und die gesunden in deutlich erkennbarer Weise überragen. Die Pflanze macht durch diese schnellere Streckung der Internodien den letzten Versuch, das Mycel zu zerreifsen und die Reste in den Knoten einzukapseln. Der Befall der Rispen ist durchaus kein regelmäfsiger, neben den erkrankten Blüten stehen die gesunden und zeigen damit, dafs es noch im letzten Augenblick gelungen ist, das Vordringen der Brandhyphen durch die Erhärtung der Gewebe zu verhindern.

U. cruenta ist so weit verbreitet, wie die Kultur der Hirsearten reicht, und verursacht ungeheueren Schaden. Über die Bekämpfung wurde bisher nichts bekannt.

Der dritte Brand der Sorghohirse wird von *U. Reiliana* Kühn[2]) verursacht. Wie wir oben sahen (S. 321), deformiert er die Fruchtknoten des Mais; bei der Hirse aber verwandelt er die ganzen Rispen zu einer einzigen Brandmasse, die zu Anfang von einer weifslichen Haut umschlossen wird. Diese zerreifst bei der Reife und läfst die Brandsporen frei; nach dem Verstäuben bleibt von der ganzen Rispe nur ein starres Gerüstwerk übrig, das aus den Gefäfsbündeln der deformierten Rispe gebildet wird. Die Brandbeulen können die ansehnliche Höhe von etwa 10 cm bei 4—6 cm Durchmesser erreichen. Der Schaden, den dieser Pilz der Hirsekultur in Afrika zufügt, ist ein sehr beträchtlicher.

Die Brandsporen sind fast kuglig, 9—15 μ im Durchmesser, sehr

---

[1]) Untersuchungen etc. Heft XI, 1895. S. 43.

[2]) J. Kühn, Die Brandformen der Sorghum-Arten in Mitt. d. Ver. f. Erdk. zu Halle, 1877, S. 31.



Fig. 45. Typen von Ustilagineen. I.

1—2 Ustilago Hordei (Pers.) Kellerm. et Sw. *1* Habitus. *2* Keimende Spore. *3—4 U. nuda* (Jens.) Kellerm. et Sw., *3* Habitus, *4* keimende Spore. *5—6 U. Avenae* (Pers.) Jens., *5* Habitus. *6* keimende Spore. *7—12 U. Maydis* (DC.) Tul., *7* Brandbeulen am Blatt, *7a* an der Rispe, *8* am Kolben, *9* keimende Spore, *10* Spore in Nährlösung mit Sproſskonidien, *11* sporenbildender Mycelfaden, *12* Mycel in den Zellen. *13—14 U. Panici miliacei* (Pers.) Wint., *13* Habitus, *14* keimende Spore. (*1, 3, 5, 7, 8, 11, 13* nach Sorauer, *2* nach Rostrup, *4, 6, 10* nach Brefeld, *9, 12, 14* nach Delacroix.)

feinstachlig und keimen in Nährlösung zu 3—4zelligen dicken Hemibasidien aus, an denen eiförmige Konidien in grofser Zahl gebildet werden. Die hefeartige Aussprossung macht häufig einer Auskeimung in längeren Fäden Platz. Bei trockener Aufbewahrung bleiben die Konidien mehrere Monate keimfähig, ebenso auch wie die von *U. cruenta*; dagegen verlieren die Brandsporen selbst nach acht Jahren ihre Keimkraft nicht; allerdings müssen sie dann in Nährlösungen ausgesäet werden. Über die durch den Pilz bewirkten Hypertrophien der Staubgefäfse beim Mais hat G. MOTTAREALE[1]) Untersuchungen angestellt, aus denen hervorgeht, dafs sich die Geschwülste nur aus dem Parenchym bilden, wobei die Gefäfsbündelscheide selten mit einbezogen wird.

In den Fruchtknoten der in vielen Gegenden von Deutschland, Südeuropa und Afrika als Ersatz der Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) gebauten Kolbenhirse (*Setaria italica*) findet sich *U. Crameri* Körn.; der Schaden, den dieser Pilz anstiftet, kann unter Umständen sehr grofs sein, da oft ganze Rispen durch Zerstörung der Fruchtknoten unfruchtbar werden. Die Art findet sich auch auf anderen *Setaria*-Arten (*S. viridis, ambigua, germanica*). Die Brandsporen sind kuglig, werden aber durch die dichte Lagerung bisweilen etwas eckig, haben eine braune, glatte Oberhaut und keimen zu einer 4—5 zelligen Hemibasidie aus, deren einzelne Zellen keine Konidien ausbilden, sondern in Keimschläuche austreiben. Zur Bekämpfung des Brandes hat L. HECKE[2]) Versuche gemacht, um das Saatgut zu sterilisieren. Da sich die Körner der Kolbenhirse nur schwer benetzen, so mufs eine gründliche Durchschüttelung der Samen mit der Beize stattfinden. Da Wasser von 55—60° die Sporen nicht abtötete und die Keimkraft der Samen abschwächte, so wurden Gifte versucht. Kupfervitriol ist wirkungslos, also bleibt von den ungefährlicheren Mitteln das bequemste eine ½ %ige Formalinlösung, in der das Saatgut 5 Minuten lang umgerührt und mit reinem Wasser abgespült wird.

Auf der Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) kommt *U. Panici miliacei* (Pers.) Wint. vor. Die ganzen Blütenstände werden in eine feste, längliche, nach oben spitz auslaufende, schwarzbraune Sporenmasse umgewandelt (Fig. 45, *13*), die aufsen von einer weifslichen, aus Hyphen gebildeten Hülle umschlossen und im Innern von Resten der Gefäfsbündel der umgewandelten Rispe durchzogen wird. Häufig bleibt die Sporenkeule noch von den obersten Hüllblättern eingeschlossen. Die glatten, braunen Sporen sind unregelmäfsig kuglig und haben 8—12 μ im Durchmesser; sie keimen im Wasser ähnlich wie *U. Crameri* aus, aber die Zellen gehen häufig Fusionen ein. In Nährlösung dagegen tritt an den Hemibasidien die gewöhnliche Konidienbildung ein (Fig. 45, *14*). Die Konidien sprossen nur wenig, sondern treiben in Keimschläuche aus, die sich verzweigen und über dem Flüssigkeitstropfen Luftkonidien bilden; wahrscheinlich kommen diese für die Infektion ähnlich wie beim Maisbrand hauptsächlich in Betracht. Der Pilz ist sehr weit verbreitet.

Von geringerer Bedeutung sind mehrere Arten, die ebenfalls auf *Panicum*-Arten vorkommen. Bei *Panicum sanguinale, lineare, glabrum*

---

[1]) L'Ustilago Reiliana f. Zeae e la formazione dei tumori staminali nel granone in Annal. R. Scuol. Sup. d'Agric. Portici IV, 1902.

[2]) Vorversuche zur Bekämpfung des Brandes der Kolbenhirse in Zeitschr. f. d. landwirtsch. Versuchswesen in Österreich 1902; Beizversuche gegen Hirsebrand l. c. 1903.

und auch auf *miliaceum* zerstört *U. Rabenhorstiana* Kühn die Blütenteile sowie die Blütenstiele und das obere Stengelglied. Die braunen stachligen Sporen keimen ohne Konidienbildung aus. Auf *P. sanguinale* und anderen Arten wächst *U. Digitariae* (Kze.) Rabh., deren Sporen glatt sind. An den obern, sehr verkürzten Internodien, sowie unterhalb der Knoten von *Panicum Crus-galli* finden sich die Beulen von *U. Crus-galli* Tracy et Earle in Nordamerika. Die übrigen Arten übergehe ich.

Grofsen Schaden bei epidemischen Auftretem stiftet der Brand des Zuckerrohrs, *U. Sacchari* Rabenh.[1]), in der Alten Welt. Er findet sich nicht blofs auf den kultivierten Varietäten, sondern auch auf wildwachsenden *Saccharum*-Arten. Die Brandlager werden in den Stengeln ausgebildet, deren Enden dadurch in lange peitschenförmige Organe umgewandelt werden. Die Sporen sind gelblichbraun, glatt, kuglig und ungefähr 8 μ im Durchmesser, in Nährlösungen keimen sie wie gewöhnlich mit mehrzelliger Hemibasidie aus, die die Konidien erzeugt. Die angestellten Infektionsversuche zeigten, dafs sich junge Pflanzen leicht krank machen liefsen.

Ein ähnliches Auftreten an den Stengeln und auch Blättern zeigt *U. hypodytes* (Schlecht.) Fr. auf *Triticum repens, Elymus arenarius, Glyceria, Ammophila* und vielen anderen Gräsern. Die braunen, glatten, fast kugligen Sporen keimen in Mycel aus.

Auf anderen Gramineen kommen weitere Arten von *Ustilago* vor, von denen wir hier nur wenige erwähnen können, hauptsächlich als Feinde von Futtergräsern; viele davon hat O. Brefeld[2]) näher untersucht, worauf nur hingewiesen werden soll.

In den Inflorescenzen von *Andropogon Ischaemum, provincialis* etc., die davon vollständig zerstört werden, findet sich *U. Ischaemi* Fuck. Die Blüten von *Arrhenatherum elatius* bewohnt *U. perennans* Rostr. In den Fruchtknoten von *Setaria glauca, viridis* etc. bildet *U. neglecta* Niefsl ihre Sporen aus. Lange schwarze Striche auf den Blättern von *Digraphis arundinacea* verursacht *U. echinata* Schroet.

Auf *Carex*-Arten findet sich in den Fruchtknoten die merkwürdige *U. olivacea* (DC.) Thüm. Die Sporen entstehen hier reihenweise an Mycelfäden, aber nicht alle Fäden gehen zur Sporenbildung über, so dafs zuletzt die reife Brandbeule aus einem lockeren Fadengeflecht mit dazwischenliegenden Sporen besteht. Die Keimung der Sporen erfolgt durch Austreibung einer Konidie, die Hemibasidie fehlt hier also. Die Konidien können hefeartig sprossen, wachsen aber auch zu Keimschläuchen aus.

Von ganz besonderem Interesse sind die Ustilago-Arten der *Polygonaceen*, weil sie auf den verschiedensten Vertretern der Familie in sehr wechselvoller Ausbildung ihre Brandlager hervorbringen. Da die Nährpflanzen für den menschlichen Haushalt von keinem Nutzen sind, so mögen nur die Namen Erwähnung finden. In den Früchten von *Oxyria digyna* wächst *U. vinosa* (Berk.) Tul. Bei *Rumex Acetosa* und *Acetosella* kann *U. Kühneana* Wolff alle Teile befallen. Die Fruchtknoten von *Polygonum Bistorta, Hydropiper, alpinum* u. a. zerstört *U. Hydropiperis* (Schum.) Schroet.; bei dieser Art wird die ganze Sporenmasse von einer hyalinen Hülle von Hyphen umschlossen, die

---

[1]) Wakker en Went, De ziekten van het Suikerriet S. 24.

[2]) Untersuchungen etc. Heft V u. XII.

sich nicht zu Sporen zergliedern. Ein ähnliches Gewebe bildet eine Art Columella. *U. utriculosa* (Nees) Tul. findet sich in den Fruchtknoten von *Polygonum lapathifolium*, *Persicaria* u. a , *U. anomala* Kze. bei *Pol. dumetorum* und *P. Convolvulus*. In den Blättern von *Polyg. Bistorta* bildet *U. Bistortarum* (DC.) Schroet. ihre Brandschwielen aus. Endlich wäre noch die merkwürdige *U. Treubii* Solms zu erwähnen, welche an den Stengeln von *Polyg. chinense* auf Java Gallen hervorbringt, die eine bedeutende Gröfse erreichen und hutpilzähnliche Form haben. Sie sitzen in grofser Zahl an einem Punkte des Stengels mit ihrem langen Stiel an und verdicken sich am oberen Ende hut- oder knollenartig. In dieser Endverdickung bildet der Pilz zwischen den Zellen des Gallengewebes in einer flachen unter den obersten Zelllagen befindlichen Schicht seine Sporen aus, die durch Aufreifsen der deckenden Lagen frei werden. Graf von Solms [1]) hat die Anatomie und die Entwicklung dieser merkwürdigen Gebilde näher untersucht, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann.

Eine grofse Anzahl von Arten hat sich bei höheren Phanerogamen an die Staubgefäfse angepafst, und man findet daher die Antheren statt mit Pollen mit den braunen oder schwarzen Brandsporen erfüllt. Auch diese Arten, welche den Nährpflanzen besonders dadurch schädlich werden, dafs sie sie steril machen, haben für uns nur geringes Interesse, weil sie nur auf wildwachsenden Pflanzen vorkommen. So befällt *U. violacea* (Pers.) Tul. die Antheren von Caryophyllaceen (*Dianthus, Silene*, *Melandryum*, *Lychnis*, *Saponaria* etc.) und erfüllt sie mit dem dunkelvioletten Sporenpulver. *U. Tragopogonis pratensis* (Pers.) Wint. zerstört die Blüten von *Tragopogon*-Arten; die Blütenköpfe bleiben dadurch vollständig geschlossen und beherbergen im Innern nur die dunkelvioletten Sporenmassen. In ähnlicher Weise werden die Köpfe von *Carduus*-Arten und *Silybum* durch *U. Cardui* Fisch. de Waldh. befallen. In den Antheren von *Succisa pratensis* reift *U. Succisae* Magn. ihr weifses Sporenpulver. Bei *Knautia*- und *Scabiosa*-Arten kommt *U. Scabiosae* (Sow.) Wint. in den Antheren vor; das Sporenpulver ist blafsbräunlich bis hellrötlich. — Aufser den genannten Arten liefsen sich noch viele andere nennen; die angeführten Proben mögen aber genügen, um die Mannigfaltigkeit in der Gattung *Ustilago* zu zeigen.

Wir kommen nun zur Gattung *Anthracoidea* Bref., die von Brefeld auf Grund der Hemibasidienbildung von Ustilago abgetrennt wurde. Die Auskeimung der Brandspore erfolgt mit einer zweizelligen Hemibasidie, deren jede Zelle an der Spitze ein Sterigma erzeugt, an dem seitlich und terminal mehrere Konidien gebildet werden. Wir haben hier also eine Hemibasidie vor uns, die Ähnlichkeit mit manchen Konidienträgern der Hyphomyceten hat. Bekannt sind bisher nur zwei Arten in den Fruchtknoten von Cyperaceen, *A. Caricis* (Pers.) Bref. und *A. subinclusa* (Körn.) Bref., auf die hier nicht weiter einzugehen ist.

Während die bisher genannten Gattungen einzeln gebildete Sporen hatten, besitzen die folgenden zusammenhängende Sporen. Bei *Schizonella* Schroet. hängen stets zwei Brandsporen zusammen und bleiben auch in Verbindung bei der Auskeimung in eine mehrzellige Hemibasidie mit Konidien. *S. melanogramma* (DC.) Schroet bildet in den Blättern von Carex-Arten pechschwarze, in Reihe angeordnete Striche, in denen die Brandsporen entstehen.

---

[1]) Ustilago Treubii in Ann. du Jard. de Buitenzorg VI, 1886, S. 79.

Bei der Gattung *Sorosporium* Rud. bilden die Sporen in gröſserer Zahl rundliche Ballen, die durch eine in der Jugend gallertartige, bei der Reife verschwindende Hülle umgeben werden. Dadurch zerfällt ein Sporenballen bei der Reife leicht in seine einzelnen Sporen. Die Keimung erfolgt durch konidienlose Mycelien oder, wie gewöhnlich, mit Hemibasidien und Konidien. Die Fruchtknoten von *Sorghum cernuum* werden durch *S. Ehrenbergii* Kühn in Brandbeutel von bis über 1 cm Länge verwandelt. *S. Saponariae* Rud. deformiert die Blüten von Caryophyllaceen (*Dianthus*, *Cerastium*, *Saponaria* etc.).

Bei *Tolyposporium* Wor. bleiben die Sporen in den Ballen fest verbunden und trennen sich auch bei der Keimung nicht. Es werden mehrzellige Hemibasidien mit Konidien gebildet; letztere sprossen in Nährlösung hefeartig aus und bilden auch Luftkonidien. *T. Junci* (Schroet.) Wor. (Fig. 46, *19*) erzeugt an den Blüten, Blütenstielen und an der Halmbasis von *Juncus bufonius* und *capitatus* schwarze Krusten. *T. Penicillariae* Bref. deformiert die Fruchtknoten von *Penicillaria spicata*, ähnlich wie *T. bullatum* Schroet. die von *Panicum Crus-galli* und *T. Volkensii* P. Henn. die von *Sorghum* am Kilimandscharo. — *Thecaphora* Fingerh. hat ähnliche Sporenballen wie *Tolyposporium*, aber die Hemibasidien sind fädig, septiert und tragen an ihrer Spitze nur eine einzige Konidie. *T. hyalina* Fingerh. (Fig. 46, *31*) lebt in den Samen von *Convolvulus*, *T. Lathyri* Kühn in denen von *Lathyrus pratensis* u. s. f.

Die zweite Familie ist die der Tilletiaceae.

Der Hauptunterschied gegenüber der ersten Familie beruht darauf, daſs aus der Chlamydospore eine ungeteilte Hemibasidie hervorwächst, die an ihrer Spitze Konidien bildet. Diese Konidien können entweder fusionieren oder nicht und keimen dann zu mehr oder weniger ausgedehnten Mycelien aus, die wieder Konidien bilden können. Näheres über die Entwicklung werden wir noch bei den einzelnen Gattungen kennen lernen. Hier möge eine Übersicht der wichtigeren Gattungen folgen.

A. Chlamydosporen einzeln bleibend.
  a. Konidien in groſser Zahl endständig kopfig an der Hemibasidie — Neovossia
  b. Konidien in geringer Zahl wirtelförmig am Ende der Hemibasidie
    I. Chlamydosporenlager begrenzt, verstäubend, meist dunkel gefärbt — Tilletia
    II. Chlamydosporenlager sehr weit ausgedehnt, dunkelfarbig — Melanotaenium
    III. Chlamydosporen klein, eingesenkt, nicht stäubend, meist hellfarbig — Entyloma

B. Chlamydosporen zu mehreren verbunden.
  a. Alle Zellen des Sporenballens gleichartig, fertil — Tuburcinia
  b. Sporenballen von sterilen Hüllzellen umgeben, oder im Innern sterile Zellen enthaltend
    I. Sporenballen nur wenige Zellen enthaltend — Urocystis
    II. Sporenballen viele Zellen enthaltend, „Schwimmsporen“ — Doassansia

Die Gattung *Neovossia* Körn. hat für uns nur theoretisches Interesse, indem sie die Auskeimung der Spore auf der niedrigsten Stufe zeigt. Die ungeteilte Hemibasidie besitzt an ihrem Ende eine grofse Zahl von fast zylindrischen Konidien, die köpfchenförmig dicht zusammenstehen. Aus diesen Konidien, welche nie fusionieren, werden in Nährlösung Mycelien gebildet, welche gleichgestaltete oder sichelförmige Konidien tragen, zwischen denen Übergänge vorkommen. *N. Moliniae* (Thüm.) Körn. findet sich in den angeschwollenen Fruchtknoten von *Molinia coerulea*, *N. Barclayana* Bref. in dem von *Pennisetum triflorum*.

Die wichtigsten Schädlinge von Kulturpflanzen enthält die Gattung *Tilletia* Tul., die wir aber der Gattung *Ustilago* in ihrer Mannigfaltigkeit kaum zur Seite stellen können. Die Entwicklung des Mycels entspricht ganz der bei *Ustilago*: zur Sporenbildung quellen die Hyphen gallertig auf und erzeugen an kurzen Seitenästen und am Ende die Brandsporen. Zuletzt bilden die Sporen lockere Haufen, die verstäuben können. Bei der Keimung wird eine ungeteilte, mehr oder weniger lange Hemibasidie in Form eines einfachen Keimschlauches gebildet, die an ihrer Spitze in kranzförmiger Anordnung Konidien in verschiedener Zahl hervorsprossen läfst. Die Spitze der Hemibasidie wächst bis zur Grenze der Nährlösung, so dafs die Konidien in der Luft gebildet werden. Diese meist spindel- bis fadenförmigen Konidien fusionieren paarweise durch einen kurzen Verbindungsschlauch und treiben dann in kurze Keimschläuche aus, die ihrerseits wieder Sekundärkonidien bilden. Wenn die Keimung in Nährlösung erfolgt, so unterbleibt die Fusionierung, und es entstehen gröfsere auf der Nährlösung wachsende Mycelien, welche die Sekundärkonidien tragen. Diese sind gewöhnlich von sichelförmiger Gestalt und treiben in Nährlösungen wieder zu konidienerzeugenden Mycelien aus.

Die schädlichste von Tilletia hervorgerufene Erkrankung ist der Steinbrand des Weizens, auch Stink- oder Schmierbrand genannt. Die beiden Arten, welche die gleichen Krankheitserscheinungen hervorrufen, werden als *T. Tritici* (Bjerk.) Wint. und *T. laevis* Kühn bezeichnet. Die erstere Art besitzt kuglige, braune Sporen von 15—20 (seltener 24) μ Durchmesser; die dicke Membran zeigt polygonale, durch Leisten verursachte Felderung (Fig. 46, *16*, *17*). Die zweite Art dagegen hat meist ellipsoidische Sporen, die auch kugelig oder etwas unregelmäfsig sein können; die Länge beträgt 17—25 und die Breite 14—18 μ. Die Membran ist mäfsig dick, blafsbraun bis kastanienbraun und ganz glatt (Fig. 46, *18*). Auch in der Verbreitung findet sich insofern ein Unterschied, als *T. Tritici* in Europa häufiger ist als in Nordamerika, während bei *T. laevis* das Umgekehrte der Fall ist. Dabei kommt es häufig vor, dafs beide Arten dieselben Ähren bewohnen. Die hauptsächlichste Nährpflanze beider Arten stellt *Triticum vulgare* dar, daneben auch *T. Spelta* und *durum; T. laevis* kommt auch auf anderen Arten vor. Im allgemeinen scheinen die Varietäten von *T. vulgare* mehr zu leiden als die von *T. monococcum* und *Spelta*, ebenso ist die Sommerfrucht mehr dem Befalle ausgesetzt als die Winterfrucht.

Die ersten Zeichen der Krankheit sind vor dem Erscheinen der Ähre schwer zu erkennen; nur eine etwas dunkler-grüne Färbung und scheinbar üppigere Entwicklung verrät die Erkrankung. Selbst wenn die Ähren aus der Blattscheide des obersten Blattes herausgetreten, erfordert die Erkennung schon lange vorhergegangene Bekanntschaft, um



Fig. 46. Typen von Ustilagineen. II.

15—17 Tilletia Tritici (Bjerk.) Wint., *15* Habitus, *16* keimende Spore, *17* gekeimtes Konidienpaar. *18 T. laevis* Kühn, Spore. *19 Tolyposporium Junci* (Schroet.) Wor., keimende Spore. *20—21 Entyloma Calendulae* (Oud.) de Bary, *20* keimende Spore, *21* Mycelast mit zwei jungen Sporen. *22 Melanotaenium endogenum* (Ung.) de Bary, keimende Spore. *23—24 Urocystis occulta* (Wallr.) Rabenh., *23* Habitus, *24* keimende Spore. *25 U. Violae* (Sow.) Fisch. de Waldh. Habitus. *26—28 Tuburcinia Trientalis* (Berk. et Br.) Wor., *26* Habitus, *27* keimende Sporen, *28* Konidienträger zu einer Spaltöffnung hervorbrechend. *29 Doassansia Alismatis* (Nees) Cornu, Teil eines Sporenballens. *30 Sorosporium Saponariae* Rud., Sporenballen. *31 Thecaphora hyalina* Fingerh., keimende Sporen. *32—34 Graphiola Phoenicis* Fr. *32* Habitus, *33* Schnitt durch ein Fruchtlager, *34* konidienbildender Träger. (*15, 21, 23, 32* nach Sorauer, *16, 24, 25* nach Rostrup, *17, 18, 33, 34* nach Delacroix, *19, 22, 26—28, 30, 31* nach Woronin, *20* nach Tubeuf, *29* nach Dietel.)

zu bemerken, dafs die etwas schmaleren und blaugrüner gefärbten Ährchen ein wenig weiter voneinander und etwas mehr von der Ährenspindel abstehen. Eher verraten jetzt schon die Blätter durch ihre gelblichere Farbe den krankhaften Zustand. Die vorgeschrittene Entwicklung, welche die junge, brandige Weizenpflanze zuerst auszeichnete, macht sich auch während der Blütezeit geltend. Die erkrankten Pflanzen zeigen bereits eine Vergröfserung des Fruchtknotens, wenn dieselbe bei normalen noch nicht zu finden ist, und während letztere in ihrer ganzen Entwicklung bis zur Reife eine gelblichgrüne Farbe bewahren, zeigen die brandigen Fruchtknoten eine dunklere, blaugrüne Färbung. Nun finden sich bald sehr in die Augen springende Merkmale. Die brandigen Ähren bleiben in ihrer Entwicklung zurück und aufrecht, während die gesunden sich bei der zunehmenden Gröfse der Körner zu neigen beginnen. Das Auseinanderspreizen der einzelnen Ährchen wird viel auffallender, und die breiteren, kürzeren, mehr ausgebauchten Körner schimmern dunkel durch die Spelzen hindurch (Fig. 46, *15*). Zerdrückt man das harte, äufserlich unversehrte Korn, so findet man die Ursache der dunklen Färbung in der schwarzen Staubmasse, welche an Stelle des Keimlings und des Stärkemehls den ganzen Fruchtknoten ausfüllt. Die schwarze Masse besteht aus den freiliegenden, stellenweise noch etwas verklebten Sporen des Brandpilzes, die erst in der letzten Zeit trocken, pulverig erscheinen und in der Regel als feuchte, übelriechende, breiig anfühlbare Masse auf den nur noch an den Stengelknoten grünlich erscheinenden Pflanzen angetroffen werden. Diese Beschaffenheit des Sporenpulvers ist die Veranlassung zur Bezeichnung der Krankheit als S t i n k - und S c h m i e r b r a n d gewesen. Der stark an Heringslake erinnernde Geruch des Pilzes wird bedingt durch die Gegenwart von Trimethylamin, welches als Umbildungsprodukt der stickstoffhaltigen Bestandteile des Parasiten entsteht.

Wenn man ein brandiges Weizenkorn zu der Zeit durchschneidet, wo die Ähre eben aus der obersten Blattscheide hervorgetreten ist, so findet man nach Kühn die dunkel sattgrün gefärbte Samenschale nach oben zunehmend stark verdickt. An Stelle der Samenknospe erscheint ein dichtes Geflecht von knäuelartig verschlungenen Mycelästen des Brandpilzes. Einzelne freigelegte Fadenenden zeigen, dafs sich an kurzen Ästen, die etwas dünner als die sie tragenden Fäden sind, die ersten Sporen bilden, und zwar entstehen zunächst nach Fischer v. Waldheim kleine, birnförmig nach oben angeschwollene Zweigchen, deren oberer Teil sich als ein körniges, glänzendes Bläschen abgrenzt und bald darauf durch seine doppelt konturierte Wandung als selbständiges Gebilde auftritt. Diese Wandung ist das Epispor, welches allmählich dunkler und bei *T. Tritici* an seiner Aufsenseite unebener wird. Der Inhalt des Fadens, von dem sich die junge Spore abgegrenzt hat, wird immer klarer und ärmer an Protoplasma; zuletzt erscheint der ganze Faden nur noch als schwer erkennbarer Rest an der reifen Spore.

Die Keimung der Sporen erfolgt dann in der für die Gattung typischen Weise. Es erscheint nun erklärlich, dafs bei Zuführung von Dung die Produktion der Konidien auf dem Acker ganz bedeutend wird, wodurch sich mit Leichtigkeit das plötzliche Auftreten des Steinbrandes erklären liefse. Wir kommen auf diese Verhältnisse später zurück. Die Infektion der Weizenpflanze geht, soweit dies aus den nicht ganz vollständigen Versuchen Kühn's hervorgeht, in frühester

Jugend vor sich; das Mycel wächst mit der Pflanze empor und erzeugt im Fruchtknoten die Brandlager. Wir haben also einen ganz ähnlichen Fall vor uns wie beim Haferbrand (vergl. S. 315). Für den Befall eines Weizenackers scheinen äufsere Verhältnisse nicht ganz gleichgültig zu sein. So beobachtete WAGNER[1]), dafs beschattete Teile der Felder vom Steinbrand mehr litten als sonnige. Ebenso war der Prozentsatz der befallenen Ähren ein gröfserer, wenn Weizen auf mit Stallmist gedüngten Rotklee folgte, als wenn er auf mit Mist behandelter Brache ausgesäet wurde. Es ist nicht weiter bekannt, ob dieses eigentümliche Verhalten im allgemeinen gilt oder nur eine zufällige Erscheinung darstellt. Über die Bekämpfung, für die die JENSEN'sche Heifswassermethode aufser der Formalinbehandlung und der Kupferbeize üblich ist, wird später gehandelt werden.

Man hat, wie allen Brandsporen, dem Steinbrande einen ungünstigen Einflufs auf die Gesundheit des damit gefütterten Viehes zugeschrieben. Aber auch diese Beobachtung scheint nur mit Einschränkung sicher zu sein, denn STAES[2]) teilt einen Fall mit, in dem ein Landmann seine Pferde und Rinder mit einem Abfallmehl regelmäfsig fütterte, worin sehr grofse Mengen von Steinbrand vorhanden waren. Allerdings weichte er vor der Verfütterung das Mehl 24 Stunden lang in Wasser ein; vielleicht kommen dadurch die meisten Sporen zur Auskeimung, und die Konidien werden beim Durchgang durch den Darmkanal vernichtet. Durch diese Behandlung würde auch der Verbreitung der Sporen durch den Mist gesteuert werden.

Auf *Triticum repens*, gelegentlich auch auf *T. vulgare* und *glaucum* übergehend, wächst *T. controversa* Kühn, deren Mycel im Rhizom perenniert und mit den jungen Schossen hochwächst. Sie hat geringe ökonomische Bedeutung.

Der Roggen wird von *T. Secalis* (Corda) Kühn befallen, ohne dafs aber der Pilz im allgemeinen besonderen Schaden anrichtete. Seine Sporen sind kuglig, 18—22 μ im Durchmesser und werden auf der Oberfläche durch 2 μ hohe Leisten gefeldert. Von *Tilletia*-Arten auf wilden Gräsern wären noch zu nennen *T. decipiens* (Pers.) Körn. in den Fruchtknoten von *Agrostis*-Arten, *T. Hordei* Körn. in den Fruchtknoten von *Hordeum murinum* und *fragile*, *T. Rauwenhoffii* Fisch. de Waldh. auf *Holcus lanatus* u. a. In Nordamerika befiel gelegentlich die *T. corona* Scribn., welche sonst nur auf wildwachsenden Gräsern beobachtet war, auch den Reis und verwandelte den Fruchtknoten in eine schwarze Sporenmasse. In den Blättern verursachen streifige Brandlager *T. striiformis* (Westend.) Oud. bei *Holcus*, *Poa*, *Bromus*, *Festuca*, *Lolium* u. a., *T. olida* (Riess) Wint. bei *Brachypodium*-Arten, *T. epiphylla* Berk. et Br. beim Mais u. s. f. Erwähnenswert ist endlich noch das Vorkommen von *T. Sphagni* Naw. in den Kapseln der Torfmoose, deren Sporen lange für Mikrosporen von *Sphagnum* gehalten wurden. Auf Dikotylen kommen *Tilletia*-Arten selten vor, von ihnen mag nur *T. Thlaspeos* Beck in den Samen von *Thlaspi alpestre* genannt werden.

Trotz der grofsen Zahl von Arten richtet die Gattung *Entyloma* de Bary keinen nennenswerten Schaden an Kulturpflanzen an. Sie ist charakterisiert durch die im Gewebe der Nährpflanze eingesenkt bleiben-

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. IV, 1894, S. 334.

[2]) Tijdschr. over Plantenziekten IV, 1898, S. 116.

den Lager, die sich äufserlich meist nur durch Fleckenbildung unter geringer Verfärbung, seltner durch Auftreibungen oder Höckerbildungen bemerkbar machen. Die Sporen entstehen ohne vorhergehende Vergallertung an den Mycelfäden einzeln und besitzen eine derbe meist glatte Membran. Ihre Auskeimung erfolgt ähnlich wie bei *Tilletia*; auch die Bildung der Konidien unter Fusionierung sowie die Mycelbildung geht ähnlich vor sich. Eigentümlich ist, dafs die Auskeimung der Brandsporen bei vielen Arten bereits im Nährgewebe erfolgt, so dafs die Luftkonidien in dichten Bündeln zu den Spaltöffnungen hervorkommen und ein weifses, äufserlich sichtbares Lager bilden. Solche Lager bilden z. B. *E. fuscum* Schroet. auf *Papaver Rhoeas* und *Argemone*, *E. Ranunculi* (Bon.) Schroet. auf *Ranunculus*-Arten, *E. serotinum* Schroet. auf *Symphytum* und *Borrago*, *E. Corydalis* de Bary auf *Corydalis cava* und *solida* u. a. Keine Konidien auf den Nährpflanzen erzeugen *E. Calendulae* (Oud.) de Bary (Fig. 46, *20*, *21*) auf *Calendula officinalis*, *Arnica* und anderen Kompositen, *E. Eryngii* (Corda) de Bary auf *Eryngium campestre* und *planum*, *E. Thalictri* Schroet. auf *Thalictrum minus*. *E. Aschersonii* (Ule) Wor. erzeugt an den Stengeln von *Helichrysum arenarium* dicke Anschwellungen, wodurch die Triebe absterben; *E. microsporum* (Ung.) Schroet. dagegen bedeckt die Blätter von *Ranunculus repens* und *bulbosus* mit halbkugligen oder schwielenartigen Beulen.

Von *Entyloma* unterscheidet sich *Melanotaenium* de Bary durch die ausgebreiteten, oberflächlichen, schwarzen Brandlager, die aus perennierendem Mycel gebildet werden. Die Brandsporen treiben Hemibasidien, an denen kurze, dicke, sich nicht loslösende, paarweise fusionierende Konidien entstehen. Auf *Galium*-Arten findet sich *M. endogenum* (Ung.) de Bary (Fig. 46, *22*) und an *Linaria* *M. caulium* (Schneid.) Schroet.

Von den Gattungen mit ballenartig zusammenhängenden Sporen wäre zuerst *Tuburcinia* Fries zu nennen, deren Sporen in gröfserer Zahl fest verbunden sind und durch wiederholte Teilung aus einer einfachen oder mehrzelligen Anlage hervorgehen. Die Einzelspore eines Ballens keimt in eine Hemibasidie aus, welche an der Spitze 4—8 endständige Konidien trägt, die paarweise fusionieren; es entstehen dann Sekundär- und Tertiärkonidien. Aufserdem aber finden sich aus dem Mycel entstehend Konidienträger, welche zu Lagern auf den Blättern zusammenstehen und an der Spitze eine eiförmige Konidie abschnüren. Zu nennen wäre *T. Trientalis* (Berk. et Br.) Wor. auf *Trientalis europaea*, deren Entwicklung genauer bekannt ist (Fig. 46, *26—28*).

In der Gattung *Urocystis* Rabenh. finden wir wieder einige wichtigere Parasiten. Die Brandsporen bilden in geringerer oder gröfserer Zahl einen fest zusammenhängenden Sporenballen, der von helleren, kleineren Zellen unvollkommen eingeschlossen wird. Vielleicht stellt diese Formation des Sporenballens eine Anpassung für die Verbreitung durch Wind dar. Die Keimung der einzelnen Sporen eines Ballens erfolgt durch Bildung einer Hemibasidie, an deren Spitze eine ganze Anzahl von Sterigmen entsteht, welche entweder steril zu Fäden auswachsen (*U. occulta*) oder am Ende eine längliche Konidie bilden (*U. Violae*).

Die wichtigste Art ist der Roggenstengelbrand, *U. occulta* (Wallr.) Rabenh. Die Brandlager erscheinen selten im Fruchtknoton, viel häufiger im Stengel, in den Blüten und in den Blattscheiden; namentlich leidet das oberste Halminternodium, das nicht selten an einer Seite auf-

gerissen erscheint und das schwarze Sporenpulver des Pilzes zutage treten läfst. Bisweilen sind alle Teile der Pflanze befallen und die Ähre vollständig brandig; in anderen Fällen sind die vegetativen Teile stark erkrankt, die Ähre selbst aber nicht pilzhaltig, sondern nur vertrocknet; dann und wann kommt die Ähre auch nicht einmal aus der obersten Blattscheide heraus (Fig. 46, *23*). Wenn der vegetative Apparat brandig ist, findet sich der Pilz in dem Zellengewebe zwischen den Gefäfsbündeln zuerst in Gestalt weifslich durchschimmernder Streifen von verschiedener Länge. Die Streifen werden mit der Zeit schwarz, die Oberhaut des Pflanzenteiles reifst entzwei, und das die dunklere Färbung veranlassende Sporenpulver wird frei. Dasselbe besteht aber nicht aus einzelnen Sporen, sondern aus charakteristischen Sporenknäueln, in denen man eine bis zwei mittlere, dunkelste und gröfste Sporen unterscheidet (Fig. 46, *24*). Dieselben sind noch von mehreren kleineren, etwa halbkugligen, mattbraun gefärbten Zellen in verschiedener Anordnung umgeben, welche mit ihrer breiten, flachen Basis den keimfähigen Sporenzellen fest aufsitzen. Die keimfähigen Sporen sind braun und etwa von 13—18 μ Durchmesser, die Hüllzellen (Nebensporen) nur 4—6 μ breit.

Obgleich dieser Brand nicht allzu häufig auftritt, so sind doch Fälle bekannt, in denen er zwei Drittel der Ernte vernichtet hat. Da sein Mycel nicht perenniert, so mufs stets eine Neuinfektion der Roggenpflanzen stattfinden.

In seinem äufseren Auftreten ganz ähnlich, aber durch die in den Rhizomen perennierenden Mycelien verschieden erweist sich *U. Agropyri* (Preuss) Schroet., die in wildwachsenden Gräsern vorkommt, besonders bei *Agropyrum repens*, *Festuca rubra*, *Arrhenaterum*, *Bromus* u. a.

Als arger Schädling der Zwiebelkulturen in Nordamerika hat sich *U. Cepulae* Frost erwiesen, während bei uns bisher nur vereinzeltes Vorkommen beobachtet wurde. Bereits die jungen Zwiebelpflänzchen werden befallen und verkümmern, ohne Zwiebeln anzusetzen. Während in dem ersten Stadium der Erkrankung nur die äufseren Zwiebelschalen befallen werden, erscheinen später auch auf den anderen vegetativen Organen die schwarzen Brandbeulen, in denen sich die aus ein oder zwei fertilen, von sehr vielen sterilen Nebensporen umgebenen Sporenballen ausbilden. Die amerikanischen Phytopathologen, wie Farlow, Thaxter haben dem Pilze bereits die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt und die Entwicklung klargelegt; als Verhütungsmittel gibt W. C. Sturgis [1]) an, dafs die jungen Zwiebelpflänzchen in Warmbeeten herangezogen und dann erst in Freiland verpflanzt werden sollen. Daraus scheint also hervorzugehen, dafs die Infektion der Pflanzen vom Boden aus in sehr jungem Stadium erfolgt. Nahe verwandt und früher mit ihm vereinigt ist *U. Colchici* (Schlecht.) Rabenh. auf den Blättern von *Colchicum autumnale*, *Muscari comosum*, *Scilla bifolia* und anderen Liliaceen. *U. Ornithogali* Körn. befällt *Ornithogalum umbellatum* und *U. Gladioli* (Reg.) Sm. *Gladiolus*-Arten.

Sehr häufig findet sich auf *Anemone nemorosa*, *ranunculoides*, *Hepatica triloba*, *Pulsatilla* und anderen Ranunculaceen *U. Anemones* (Pers.) Wint., an Stengeln und Blättern auffällige Schwielen erzeugend; die Sporen zeigen oft keine Nebensporen.

Dem Gartenveilchen wird *U. Violae* (Sow.) Fisch. de Waldh.

---

[1]) cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkr. VII S. 90.

(Fig. 46, *25*) schädlich, indem die schwielenförmigen Brandlager auf den Stengeln, Blättern und Ausläufern auftreten und häufig Verbiegungen und Krümmungen dieser Organe erzeugen. Die Sporenballen bestehen aus 4—8 dunkelbraunen fertilen Sporen und blaubräunlichen, etwas gröfseren Nebenzellen. Die, wie oben schon angedeutet, an den Hemibasidien gebildeten Konidien erzeugen in Nährlösungen Mycelien, an deren Seitenzweigen hefeartig aussprossende Konidien angelegt werden. Über die anatomischen Verhältnisse der Gallenbildungen hat J. Wakker[1]) gearbeitet. In dem Fruchtknoten von *Viola tricolor arvensis* tritt *U. Kmetiana* Magn. auf. In den Blütenteilen von *Primula elatior, officinalis* u. a. findet sich *U. primulicola* Magn.; der Pilz befällt hauptsächlich die Staubgefäfse und erzeugt hier Konidienlager, die von J. Kühn als *Paipalopsis Irmischiae* bezeichnet wurden.

Wir kommen nun zum Schlufs an eine Gattung, welche auf Wasserpflanzen lebt, und deshalb ihre Sporenballen zu Schwimmsporen ausgebildet hat. *Doassansia* Cornu besitzt grofse, aus vielen fertilen Zellen bestehende Sporenballen, welche von einer Schicht von dunklen, meist anders gestalteten Zellen umgeben sind. Die Sporenballen werden durch Verwitterung des Gewebes der Nährpflanzen frei und schwimmen dann auf dem Wasser. Die Hemibasidien tragen am Ende die Konidien, welche entweder paarweise fusionieren oder nicht. In Nährlösungen keimen sie dann zu hefeartig sprossenden Sekundär- und Tertiärkonidien aus. In den Blättern von *Alisma Plantago* kommt *D. Alismatis* (Nees) Cornu vor (Fig. 46, *29*), in den Blättern und Blütenschäften von *Butomus umbellatus* die *D. punctiformis* (Niefsl) Schroet. usw. Die Differenzierung der Schwimmsporenballen ist nun aber nicht auf dem Stadium von *Doassansia* stehen geblieben, sondern hat sich in verschiedenartiger Weise fortgebildet; man unterscheidet daraufhin noch mehrere Gattungen, die uns aber hier nicht weiter interessieren.

Bevor wir auf die allgemeinen Verhältnisse der Ustilagineen näher zu sprechen kommen, wollen wir noch eine Anzahl von Formen betrachten, welche gewöhnlich den Ustilagineen angeschlossen werden; die Entwicklungsgeschichte dieser Formen ist noch nicht in allen Teilen so bekannt, um ihren Anschlufs hier oder anderswo ausreichend begründen zu können. In erster Linie sei die Gattung *Graphiola* Poit. genannt. Ihre verbreitetste Art, welche den Schwielenbrand der Dattelpalmblätter darstellt, ist *G. Phoenicis* Fr. und wurde von E. Fischer[2]) näher untersucht.

Der Pilz entwickelt seine schwarzen, harten Fruchtkörper in Form zerstreuter Schwielen von etwa 1,5 mm auf den Blättern von *Phoenix dactylifera* und ihren Varietäten, und zwar sowohl im Freien am natürlichen Standort der Palmen als auch besonders häufig bei uns in den Gewächshäusern. Aus der Mitte des schwarzen Fruchtkörpers bricht ein gelbes, säulenförmiges Gebilde hervor, das bis 2 mm Höhe erreichen kann und aus senkrecht aufsteigenden Fadenbüscheln besteht, zwischen denen die gelben Sporen liegen (Fig. 46, *32*). Die befallenen Blätter zeigen bisweilen keine Verfärbung, bisweilen einen helleren Hof um die Pilzschwielen. Die Einwirkung des Pilzes scheint demnach eine lokal engbegrenzte zu sein; dennoch sehen die in den Gewächshäusern

---

[1]) Pringsh. Jahrb. XXIV, 1894.

[2]) Ed. Fischer, Beitrag zur Kenntnis der Gattung Graphiola in Bot. Zeit. XLI, 1883, Nr. 45.

befallenen Pflanzen vielfach kränkelnd aus, so dafs es scheint, als ob der Pilz sich gern geschwächte Exemplare zur Ansiedlung aussuchte. Die Sporen tragenden Fäden bilden eine palisadenförmige Schicht am Grunde des Fruchtkörpers; sie stellen quergegliederte, farblose, plasmareiche Fäden dar, die dicker als die übrigen Hyphen sind und deren Glieder auch nach oben noch an Dicke zunehmen, tonnenförmig sich wölben und auf diese Weise kuglige oder ellipsoidische Gestalt erhalten (Fig. 46, *33*). Aus jedem dieser Glieder sprossen nun 3—6 Kugeln (Fig. 46, *34*), die gleiche Gröfse mit den leicht abbrechbaren, schliefslich ausgesogenen Trägerzellen (Sporeninitialen) erreichen, dickwandig werden, aber farblos und glatt bleiben und die fertigen Sporen darstellen, welche in gröfseren Mengen gelb erscheinen. Die mittlere, unfruchtbare Fadenpartie wirkt als Ausstreuungsapparat. Die frischen Sporen sind binnen 12—16 Stunden keimend beobachtet worden, indem das Endospor sich durch eine runde Öffnung des Exospors als zylindrischer Keimschlauch hervorstülpt, bisweilen aber auch fadenartig dünn hervorkommt und dann bald eine dickere, längliche Anschwellung zeigt, die als Konidie angesehen werden kann. Diese löst sich ab und treibt einen Keimschlauch; an ihrer Stelle kann eine zweite gebildet werden. Bei Aussaatversuchen auf junge Blätter zeigte sich in einem Falle nach mehreren Monaten ein Auftreten neuer Fruchtkörper.

Mufs man zur Bekämpfung der Graphiola schreiten, dann empfiehlt sich, nach den Erfahrungen Sorauer's, ein kühler, heller, recht luftiger Standort im Glashause. Während der Sommermonate stelle man die Pflanzen ins Freie.

Eine weitere zweifelhafte Gattung der Ustilagineen ist *Schinzia* Naeg. (*Entorrhiza* Web.), deren Arten an den Wurzeln von Monokotyledonen gallenartige Auswüchse veranlassen. Die Sporen werden an den Enden von Mycelzweigen einzeln gebildet, und zwar im Innern der Zellen der Nährpflanzen. Ihre Keimung erfolgt mit einem Keimschlauch, der an seiner Spitze oder unterhalb derselben kleine Konidien von sichel- oder nierenförmiger Gestalt trägt. Wie die Arten im Erdboden leben und die Infektionen von Wurzeln zustande kommen, darüber wissen wir vorläufig nichts. Die bekanntesten Arten sind *S. Aschersoniana* Magn. an den Wurzeln von *Juncus bufonius* und *S. cypericola* Magn. an denen von *Cyperus flavescens*. F. Fautrey[1]) hat eine *E. Solani* aufgestellt, die die Ursache eines Vertrocknens der Kartoffel-Pflanzen sein soll. Der Pilz schmarotzt in den Wurzeln und bildet kuglige oder mehr längliche, oft eckige Sporen. An Stelle der Knollen entwickeln sich am Grunde des Stengels erbsengrofse Auswüchse. Da bisher die Erkrankung nicht näher untersucht ist, so empfiehlt sich diesen Resultaten gegenüber eine gewisse Skepsis.

Erwähnt mag auch noch die Gattung *Tuberculina* Sacc. sein, die in den Aecidien und Uredolagern von Uredineen sklerotienartige Mycelmassen bilden, an deren kurzen Zweigen die Sporen entstehen. Diese keimen mit einem verzweigten Mycel aus, das an den Zweigenden kleine sichelförmige Konidien abschnürt. Die bekannteste Art ist *T. persicina* (Ditm.) Sacc.

Ebenso zweifelhaft in ihrer Stellung ist die Gattung *Cerebella* Ces., deren europäische Art *C. Andropogonis* Ces. in den Blütenständen von

---

[1]) Une nouvelle maladie du Solanum tuberosum, Entorrhiza Solani in Rev. mycol., 1896, S. 11.

Andropogon Ischaemum wächst. Das Mycel bildet stromatische, mit gehirnartigen Falten versehene Lager an den Kelchspelzen und erzeugt auf ihnen die aus 3—6 Einzelsporen zusammengesetzten Sporenballen. O. MATTIROLO[1]), der die Gattung zuletzt untersucht hat, möchte sie nicht zu den Ustilagineen, sondern zu den Tubercularieen unter die Hyphomyceten stellen, so daſs man in ihr nur ein Konidienstadium eines Ascomyceten vor sich hätte.

Zum Schluſs sei noch der von P. VUILLEMIN[2]) begründeten Familie der Hypostomaceae gedacht, die er an die Ustilagineen angeschlossen hat, ohne daſs dafür bis jetzt ein vollgültiger Beweis angetreten wäre. Bei der Gattung *Meria* Vuill. lebt das Mycel im Innern von dadurch abgetöteten Lärchennadeln; die Membranen sind gelatinös. Zur Fruktifikation entsteht ein Faden- und Zellkomplex in der Atemhöhle einer Spaltöffnung. Aus den oberen Zellen werden wiederholt verzweigte Keimschläuche getrieben, die durch die Spaltöffnung ins Freie gehen und in ihrer äuſsersten Spitze sich zu einer vierzelligen Hemibasidie entwickeln; an dieser werden dann von den einzelnen Zellen auf kurzen Sterigmen biskuitförmige Sporen abgeschnürt. Augenscheinlich ist die Gattung mit der Hyphomycetengattung *Hartigiella* Syd.[3]) (*Allescheria* Hart.) identisch. Die ähnliche Gattung *Hypostomum* Vuill. mit der Art *H. Flichianum* Vuill. kommt auf den Nadeln von *Pinus austriaca* und *montana* vor.

Ganz unklar in ihrer Stellung ist die Gattung *Bornetina* Mang. et Viala, welche die Entdecker MANGIN und VIALA[4]) zum Vertreter einer eigenen Gruppe erheben möchten, die zwischen Ustilagineen und Basidiomyceten intermediär sein soll. Der Pilz schädigt in Gemeinschaft mit *Dactylopius vitis* die Rebenwurzeln in Palästina, indem er lederartige Mycelhäute bildet, welche die Wurzeln vollständig einhüllen. Die Sporen sollen in einsporigen Sporangien entstehen. Da ich die mit Abbildungen versehene Abhandlung der beiden Autoren nicht kenne, enthalte ich mich des Urteils über die Stellung des Pilzes.

Vielleicht gehört zu den Ustilagineen ein Pilz, der bisher noch niemals mit Fruktifikationsorganen gefunden worden ist. In den Samen vom Taumellolch und anderen Lolium-Arten findet sich ein Mycel[5]) oberhalb der Kleberschicht, das beim Auskeimen des Kornes durch die Pflanze wächst und sich wiederum im Samen ansiedelt. Wir haben also einen ganz ähnlichen Fall des Wachstums vor uns, wie beim Weizenflugbrand, aber wir wissen vorläufig nichts darüber, wie die Infektion der Nährpflanze zustande kommt, und ob der Pilz überhaupt in einer anderen Form als in der des sterilen Mycels existiert. Es liegt in diesem Pilze ein Beispiel einer ganz vollendeten Anpassung eines Parasiten an seine Nährpflanze vor.

---

[1]) Il genere Cerebella di Vincenzo Cesati in Mem. della R. Acc. Sc. Bologna 5 ser. VI, 1897, S. 663.

[2]) Les Hypostomacées, nouvelle famille de Champignons parasites in Bull. Soc. Sc. Nancy 1896.

[3]) Vergl. Rabenh. Kryptogamenflora, Pilze, VIII S. 260, und VUILLEMIN in Ann. mycol. III, 1905, S. 340.

[4]) La phthiriose de la vigne. Paris 1903 u. Compt. rend. CXXXVI, 1903 S. 1699.

[5]) Vergl. dazu FREEMAN in Philos. Trans. Roy. Soc. London, ser. B vol. 196, 1903, S. 1 (hier die frühere Literatur) und LINDAU in Sitzungsber. d. K. Preufs. Akad. d. Wiss. 1904. S. 1031.

Die Biologie und die Bekämpfung der Ustilagineen.

Die Brandpilze haben als äufserst auffällige Erscheinungen an den von ihnen befallenen Pflanzen bereits frühzeitig das lebhafte Interesse der Mykologen erweckt. Bei der Unzulänglichkeit der Methoden und optischen Hilfsmittel kam man aber über die oberflächlichsten Kenntnisse nicht hinaus, bis die ausgedehnten Untersuchungen TULASNE's [1]) 1847 die Keimung der Brandsporen im Wasser zeigten. Nachdem dann durch die Beobachtungen DE BARY's [2]), KÜHN's [3]) und FISCHER's VON WALDHEIM [4]) diese Forschungen bestätigt und erweitert worden waren, konnte man auch durch Infektionsversuche das Verhältnis zur Nährpflanze bestimmen. Durch DE BARY und KÜHN, sowie durch R. WOLFF [5]) wurde für mehrere Arten festgestellt, wie die Infektion erfolgt, und auf welche Weise die Entwicklung des Pilzes in der Nährpflanze vor sich geht. Danach nahm man an, dafs im allgemeinen die Infektion im Keimpflanzenstadium stattfinde, und zwar natürlich durch die in der Erde liegenden Sporen, welche auskeimen und Konidien bilden. Da mit dieser Erkenntnis der Entwicklungsgang der Brandpilze erschöpft schien, so bedurfte es einer Entdeckung ganz anderer Art, um der Forschung neuen Anstofs zu versetzen. Dies geschah durch BREFELDS Auffindung der aus den Konidien entstehenden Sprofskonidien. An diesen Befund schlofs sich die aufserordentlich mühselige Untersuchung dieses Autors über eine grofse Zahl von Brandpilzformen an, die dazu führte, die verschiedenen Keimungstypen der Ustilagineen in ihrer morphologischen Bedeutung würdigen zu lernen. Damit war die Grundlage zu einer ganz neuen Systematik gegeben, worüber auf den vorstehenden Seiten genügend Auskunft zu finden ist. Für die Praxis aber ergab sich aus diesen Arbeiten der Schlufs, dafs bei genügend vorhandenen Nährstoffen die Hefekonidien der Ustilagineen sich ins Unendliche vermehren können, besonders auf den Düngerstätten. Mit dem Herausbringen des Düngers wird auch der Infektionsstoff auf das Feld gebracht, sofern nicht schon im Erdboden selber eine Auskeimung und Aussprossung der auf dem Felde verbliebenen Sporen erfolgt ist. Besonders bedenklich erschien die Verwendung von frischem Dung, und BREFELD empfahl deshalb bereits, den Dünger nur nach längerer Lagerung auf den Acker zu bringen. In diese Periode fallen auch die ersten Desinfektionsversuche des Saatkorns, worauf wir im Zusammenhang nachher zurückkommen wollen.

Wieder schienen unsere Kenntnisse vollkommen geklärt zu sein, bis BREFELD durch subtile und bis in die feinsten Einzelheiten wohlüberlegte Infektionsversuche zeigte, auf wie verschiedene Weise eine Infektion der Pflanze erfolgen kann. Durch diese noch nicht ganz abgeschlossenen Untersuchungen werden unsere bisherigen Anschauungen wesentlich modifiziert, wodurch auch die Methode der Bekämpfung festere Grundlagen erhält. Wir wir oben sahen, lassen sich beim Hirse- und Haferbrand nur die ganz jungen Keimpflänzchen infizieren; das Mycel wächst durch die ganze Pflanze und bringt erst

[1]) Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Urédinées in Ann. sc. nat. 3 Sér. VII, 1847, und Second mémoire etc. ibid. 4 sér. II.

[2]) Untersuchungen über die Brandpilze. Berlin 1853.

[3]) Die Krankheiten der Kulturgewächse. Berlin 1859.

[4]) Beiträge zur Biologie und Entwicklung der Ustilagineen in Pringsh. Jahrb. VII, 1869, S. 61.

[5]) Der Brand des Getreides. Halle 1874.

in den Blüten die Brandlager hervor. Den zweiten Typus zeigt uns der Maisbrand, bei dem jedes jugendliche, noch nicht durch harte Oberhaut geschützte Organ infizierbar ist; der Brand bleibt hier aber lokalisiert und geht über den Infektionsherd nicht hinaus. Endlich wird durch Weizen- und Gerstenbrand ein dritter Typus repräsentiert, bei dem die Infektion an der Narbe stattfindet; das Mycel infiziert die junge Fruchtanlage, überwintert im reifen Korn und durchwächst die ganze Pflanze wieder bis zum Fruchtknoten, wo die Brandlager gebildet werden.

Merkwürdigerweise entsprechen diesen drei Typen auch die Auskeimungen der Brandsporen, beim ersten werden Hefekonidien gebildet, daher Infektion vom Boden aus; beim zweiten werden vorwiegend Luftkonidien gebildet, daher Infektion durch die Luft vom Winde veranlafst; beim dritten werden nur Keimschläuche ohne Konidien erzeugt, daher Verwehung durch Wind auf die Narbe nach Art der Pollenkörner. Endlich mag als vierter Typus, der z. B. vom Antherenbrande der Caryophyllaceen (*U. violacea*) vertreten wird, der genannt sein, bei dem durch Insekten die Brandsporen aus den Antheren auf fremde Narben verschleppt werden. Beiläufig sei auch erwähnt, dafs die Wasserformen ebenfalls bestimmte Anpassungen zeigen, die sich in der Keimung und im Bau der Sporen äufsern; davon wissen wir aber vorläufig noch zu wenig, ganz abgesehen davon, dafs Kulturpflanzen nicht in Mitleidenschaft gezogen werden.

Diese aufserordentlich spezialisierte Anpassung an die Wirtspflanze in Verbindung mit den verschiedenen Faktoren der Sporenverbreitung können uns nun bestimmte Fingerzeige für die Bekämpfung der Brandkrankheiten geben. Sie wird sich hauptsächlich nach der Richtung hin zu bewegen haben, dafs die Brandsporen und die von ihnen hervorgebrachten Hefekonidien abgetötet werden. Daneben aber können auch andere indirekte Bekämpfungsversuche gemacht werden, die wir zuerst besprechen wollen.

Bei den oben besprochenen Versuchen mit Hafer- und Hirsebrand war darauf hingewiesen worden, dafs es der Pflanze durch schnelles Längenwachstum bisweilen gelingt, das Mycel vom Stammscheitel fern zu halten und in den Knoten einzukapseln. Brefeld hat diese Tatsachen weiter verfolgt und gefunden, dafs umgekehrt die Pflanze unfehlbar brandig wird, wenn ihr Wachstum möglichst verlangsamt wird, wodurch das Mycel ausreichend Zeit gewinnt, bis zum Vegetationsscheitel zu wuchern. Es wird also jedes Mittel, das das schnelle Emporwachsen der Pflanzen befördert, die Gefahr des Brandbefalles verringern, allerdings nur bei solchen Brandarten, die bereits die jungen Keimpflanzen befallen oder im Korn eingeschlossen sind. Für Ustilagineen mit lokalisierten Brandlagern, wie beim Maisbrand, verspricht das beschleunigte Wachstum keinen Erfolg. Als Mittel zur Erreichung des angegebenen Zweckes kommen in Betracht die Auswahl von guten, schnell keimfähigen Saatkörnern, Vorbehandlung der Körner durch Einweichen, wie es durch die Beizung meist schon geschieht, gute Düngung der Felder, nicht zu zeitiges Aussäen [1]), ausreichende Feuchtig-

[1]) C. v. Tubeuf warnt vor zu spätem Aussäen, weil die Brandgefahr dadurch nicht verringert und die Gefahr der Beschädigung durch die Fritfliege erhöht würde. Das letzte Wort in dieser Frage dürfte aber noch nicht gesprochen sein, weil amerikanische Forscher zu anderen Resultaten gekommen sind; vergl. auch F. Kölpin Ravn Saatidens Inflydelse paa Fremkomsten of Stövbrand hos Havre in Tidsskr. f. Landbrug. Planteavl. VII, 1900—1901, S. 142.

keit u. a. Manche von solchen günstigen Vorbedingungen hat der Landmann nicht in seiner Hand, sondern er mufs sich dabei auf das jeweils herrschende Wetter verlassen. Mit der Zeit werden aber gewifs auch hier sicherer wirkende Mittel gefunden werden.

Zur Bekämpfung der latent im Samen sitzenden Brandkeime (Weizen- und Gerstenbrand) kann man natürlich keine direkten Mittel anwenden, sondern Brefeld schlägt nur vor, das Saatgut von brandfreien Feldern zu beziehen. Durch solche sorgfältige Auswahl wird sich allmählich der Brandschaden verringern lassen.

Wir kommen nun zur Bekämpfung der Brandpilze durch Vernichtung ihrer Hefekonidien. Als Brefeld nachgewiesen hatte, dafs in Nährlösungen von den Konidien in unendlicher Generationsfolge Sprofskonidien gebildet werden, da glaubte man anfangs, dafs die Vernichtung dieses saprophytischen Lebensstadiums die Hauptaufgabe der Bekämpfung bilden müsse. Gerieten die Brandsporen auf Dünger oder in Jauche, so waren damit die Bedingungen zur Sprofskonidienbildung gegeben, und ein Düngen mit solchem infizierten Mist mufste natürlich die Gefahr der Branderkrankung erhöhen. Man empfahl deshalb die Anwendung von abgelagertem Dung, da anzunehmen war, dafs nach Erschöpfung der Nährstoffe, die bei der ungeheuer grofsen Sprofsfähigkeit der Konidien bald eintreten müfste, die Keime abgetötet würden. Die praktische Erfahrung, die wie so oft der theoretischen Erkenntnis vorausgeeilt war, hatte diese Regel stets schon befolgt. Die Gefahr der Ansteckung durch die Hefekonidien ist entschieden bedeutend übertrieben worden, und Brefeld selbst zerstreute die schlimmsten Befürchtungen durch den Nachweis, dafs im Laufe der durch Sprossung gebildeten Generationen ihre Infektionstüchtigkeit abnimmt, indem sie immer weniger imstande werden, Keimfäden auszutreiben, welche allein die Pflanzen infizieren können. Wir kennen aufserdem die Bedingungen, wie die Brandsporen im gedüngten Boden leben, nicht, so dafs wir nicht in der Lage sind zu sagen, ob die Sporen noch im Herbst auskeimen und den Winter über sprossen, oder ob sie überwintern und im Frühjahr erst keimen. Setzen wir das letztere voraus, so sind die Entwicklungschancen des Pilzes entschieden günstiger. Ferner ist zu bedenken, dafs die Sprofskonidien gegen Austrocknen sehr empfindlich sind, vielleicht auch gegen starke Kälte, obwohl wir davon wenig wissen. Jedenfalls müfsten also viele günstige Vorbedingungen zusammentreffen, wenn die Sprofskonidien die ihnen zugeschriebenen schädlichen Wirkungen uneingeschränkt ausüben sollen; zweifellos spielen sie aber unter Umständen eine wichtige Rolle, wenn wir uns ihren Zweck einmal klar machen. Wenn die Hemibasidie nur die Konidien bildete, so würden nach deren Untergang, wenn sich inzwischen keine Gelegenheit zur Infizierung der Nährpflanze geboten hat, die Brandsporen ihren Zweck verfehlt haben. Dadurch nun aber, dafs die Konidie durch Sprossung ihr Leben gleichsam verlängern kann, gewinnt sie die Möglichkeit, den Zeitpunkt einer Infizierung abzuwarten. Jedenfalls mufs die Wahrscheinlichkeit einer Infizierung gröfser werden, je zahlreicher die Sprofskonidien gebildet werden. So ist also die Natur auch hier bedacht, durch möglichst zahlreich gebildete Keime das Fortbestehen der Art zu sichern.

Die vorstehende Betrachtung bezog sich auf die innerhalb der Nährlösung gebildeten Konidien; wie wir gesehen haben, kommen aber auch Luftkonidien vor wie beim Maisbrand. Wenn man also diese Konidien

von der Infektion abhalten will, so müfsten Mittel ergriffen werden, die oberflächliche Auskeimung der Brandsporen im Boden zu verhindern oder die Aufwirbelung der Konidien durch den Wind hintanzuhalten. Ob das möglich sein wird, darüber müssen noch anzustellende Versuche Auskunft geben. Dafs aber tatsächlich die Luftkonidien es sind, welche im Freien Infektionen veranlassen, dafür hat BREFELD[1]) den Beweis angetreten. Er säete zwischen die jungen Maispflanzen die Maisbrandsporen untermischt mit Erde und Dünger gleichmäfsig aus und beobachtete das Brandigwerden der Pflanzen. Ferner legte er solche Infektionsherde in bestimmten Entfernungen bis zu 20 m von den Maisquartieren an und konnte Ansteckungen feststellen, je nach der Entfernung natürlich in gröfserer oder geringerer Zahl.

Die älteste und bisher beste Art der Bekämpfung der Brandpilze ist die Vernichtung der Brandsporen. Während man bei vielen Schädlingen durch Verbrennung der erkrankten Pflanzen oder Pflanzenteile der Ausbreitung der Krankheit sehr wirksam entgegentreten kann, läfst sich natürlich bei den Brandpilzen wegen ihres Auftretens an verhältnismäfsig kleinen und in grofsen Mengen gebauten Pflanzen an ein solches Mittel nicht denken. Man sagte sich daher, dafs es genügen müfste, die Wiedereinführung von Brandsporen, die am Saatgut hängen, auf das Feld zu verhindern, indem man sich stillschweigend mit der Infektion von noch im Boden befindlichen Sporen auf gut Glück verliefs. Dieses Ziel konnte natürlich nur erreicht werden, indem man die Körner einem Sterililsationsprozefs unterwarf, der einerseits die Brandsporen sicher abtöten mufste, anderseits aber die Keimkraft des Kornes nicht herabsetzen durfte. Zur Erreichung des gedachten Zweckes bot sich die Behandlung des Saatgutes mit giftigen Stoffen oder mit höheren Temperaturen.

Betrachten wir davon zunächst die Behandlung mit giftigen Stoffen[2]).

J. KÜHN wies zuerst darauf hin, dafs zwar das Abwaschen des Saatgutes mit Wasser einen gewissen Erfolg gewährt, dafs aber eine vollständige Vernichtung aller Sporen nur von der Anwendung eines Beizmittels zu erhoffen ist. Besser als der zuerst für diesen Zweck verwendete Ätzkalk erwies sich die Behandlung der Körner mit gelöstem Kupfervitriol. KÜHN verwendet zum Beizen von 250 l Getreide 1/2 kg Kupfervitriol, der in heifsem Wasser gelöfst und dann so weit verdünnt wird, dafs die Flüssigkeit etwa handhoch über den Körnern steht. Man rührt öfter um und schöpft alles an der Oberfläche Schwimmende ab. Nach 12—16 stündigem Einweichen wird das Saatgut heraus-

---

[1]) Untersuchungen etc. Heft XIII S. 54.

[2]) Um nicht durch Anführung der zahllosen Versuche und der reichhaltigen Literatur zu ermüden, verweise ich hier nur auf wenige Arbeiten: Die ältere Literatur vergl. in SORAUER's Handbuch 2. Aufl. II S. 203ff.; vergl. über praktische Ausführung FRANK, Kampfbuch und KIRCHNER, Die Krankheiten und Beschädigungen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. II. Aufl. Stuttgart 1906. Von neueren Arbeiten seien genannt: KLEBAHN in Zeitschr. f. Pflanzenkr. III S. 64; KIRCHNER ebenda III S. 2; WÜTHRICH ebenda II S. 30; v. TUBEUF in Arb. a. d. Biol. Abt. f. Land- u. Forstwirtsch. am Kais. Gesundkeitsamt, II, Heft 2 u. 3; ARIETI in Le Staz. sperim. Ital. XXXIII S. 441; HECKE in Zeitschr. f. d. landw. Versuchsw. in Österreich 1902; TOPORKOW in Journ. f. russ. Landwirtsch. 1903 S. 58. Auch die amerikanische Literatur über diesen Gegenstand ist sehr reichhaltig, kann aber hier nicht aufgeführt werden, wie denn überhaupt die Verwertung aller Schriften über Beize und Heifswassermethode weit über die Zwecke dieses Buches hinausgehen würde.

gehoben und unter öfterem Umwerfen getrocknet; dann kann nach einigen Stunden bereits mit der Hand, nach 24 Stunden mit der Maschine gesäet werden. Diese älteste Vorschrift ist mit geringen Modifikationen bis heutigentags im Gebrauch und empfiehlt sich wegen ihrer leichten Ausführbarkeit am meisten. Im allgemeinen hat man mit dem Kupfervitriol befriedigende Erfolge erzielt, obwohl bisweilen die Keimkraft der Körner etwas herabgesetzt oder verzögert wird. Diese Gefahr wird um so geringer, je tadelloser das Saatgut selbst ist. Bisweilen tritt auch insofern eine Schädigung ein, als die Auskeimung unter allerhand unregelmäfsigen Erscheinungen erfolgt, indem bald das Scheidenblatt oder die Würzelchen oder die ersten Blättchen gewisse Verbildungen zeigen; sie gleichen sich aber bald im Laufe des Wachstums aus und schädigen den Ertrag nicht merklich.

Man hat ferner, um die Kupfervitriolbeize unschädlicher zu machen, vorgeschlagen, die gebeizten Körner mit verdünnter Kalkmilch zu behandeln. Wenn auch das Keimungsvermögen dadurch nach Versuchen von Dreisch günstig beeinflufst wird, so scheint die Anwendung der Kalkmilch nicht unbedingt notwendig zu sein.

Die gewöhnliche Vorschrift, wie diese am meisten verbreitete Beizung vorgenommen werden soll, ist folgende: Man löst ½ kg Kupfervitriol in 100 l Wasser und schüttet so viel Körner hinein, dafs die Flüssigkeit noch ca. 10 cm hoch darüber steht. Nach 12—16 Stunden läfst man die Beize ab und kann nun in demselben Bottich eine Kalkung vornehmen, wozu man 6 kg gebrannten Kalk auf 110 l Wasser für je 100 kg Samen nimmt. Die Kalkmilch läfst man unter Umrühren etwa 5 Minuten einwirken.

Noch einfacher stellt sich das Verfahren, wenn man von vornherein 2—4 %ige Bordeauxbrühe verwendet; hier ist noch weniger eine Einwirkung auf die Keimkraft zu fürchten, selbst wenn die Körner über 24 Stunden in der Lösung bleiben.

Da durch die erwähnte Behandlung Gerste und Hafer eine etwas höhere Beeinträchtigung ihrer Keimkraft erfahren als Weizen, so hat man für diese Getreidearten ein 10 bis 12 stündiges Einweichen in 0,75 %ige Schwefelsäure vorgeschlagen. Ganz läfst sich aber auch hierbei, wie die Versuche Kühn's und anderer zeigten, der Keimverlust nicht vermeiden, und die Menge des Saatgutes mufs deshalb von vornherein etwas höher bemessen werden. Auch die schweflige Säure ist von Zoebl empfohlen worden; doch stellt sich die Anwendung für die Praxis viel zu kompliziert, ohne dafs ein gröfserer Erfolg zu erzielen wäre.

Aufser den genannten Mitteln wurde von Swingle bei Haferbrand Auswaschen der Körner mit 1 %igem Kaliumsulfid empfohlen; Arieti hat eine grofse Zahl von Salzen durchprobiert, aber immer fand auch eine gleichzeitige gröfsere Schädigung der Keimkraft statt. Letzterer Autor empfiehlt daher die Kühn'sche Methode. In neuerer Zeit kam ein Mittel in den Handel, das Cerespulver[1]), dem die gleichen Eigenschaften wie der Kupferbeize zukommen sollen, das aber die Keimkraft nicht schädigt. Jensen hat dieses Mittel warm empfohlen und scheint zu seinen Gunsten sogar seine Heifswassermethode aufgeben zu wollen.

Zu erwähnen wäre endlich noch das Formalin, das in neuester Zeit vielfach in Anwendung gekommen ist, sowohl in der Form des

---

[1]) Vergl. Zeitschr. f. Pflanzenkr. V S. 187.

Gases wie in wäfsriger Lösung. Die ausgedehnten Versuche v. Tubeuf's haben gewifs manche praktische Resultate gegeben, aber eine Aufmunterung, die bewährte Kupfermethode aufzugeben, enthalten sie nicht. Hecke konstatierte bei Anwendung des Mittels beim Hirsebrand eine für die Praxis sehr unangenehme Verzögerung der Keimung.

Wir kommen nun zu der zweiten Reihe der Bekämpfungsmittel, die sich mit der Verwendung höherer Temperaturen befassen. Dafs die Kälte etwa die Sporen abtöten könnte, war von vornherein unwahrscheinlich, weil ja die Sporen beim Überwintern im Freien häufig der Wirkung intensiver Abkühlung und des Wiederauftauens ausgesetzt sind. Man versuchte dann zuerst die Abtötung durch trockene Hitze. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dafs man die Körner durch ein schwach brennendes Feuer fallen liefs oder sie mit heifser Luft behandelte. Was wir jetzt von der Resistenz der Sporen gegen trockene Hitze wissen, macht es von vornherein unwahrscheinlich, dafs eine solche Methode Erfolg haben kann. Es bedeutete deshalb einen gewaltigen Fortschritt, als J. L. Jensen[1]) im Jahre 1888 darauf hinwies, dafs ein Verweilen von 5 Minuten in Wasser von 52—56° C. die Brandsporen abzutöten vermag. Die Urteile über dieses Heifswasserverfahren waren sehr geteilt; während nach Kühn die Keimkraft der Körner leidet und die Sporen nicht alle zum Absterben gebracht werden, erzielten Eriksson, Kellermann und Swingle, Kirchner u. a. bei richtiger Anwendung gute Resultate. Heute wendet man in der Praxis die Methode vielfach mit Erfolg an. Zur Ausführung stellt man sich Wasser von 55° C. Wärme her und taucht einen mit den Körnern gefüllten Korb auf 5 Minuten hinein. Bei den unbespelzten Körnern, wie Weizen und Roggen, genügt diese Zeit, bei den bespelzten dagegen, wie Gerste, Hafer, Emmer usw., ist ein Eintauchen während 15 Minuten erforderlich, ohne dafs eine Herabsetzung der Keimkraft zu befürchten steht. Bei richtiger Anwendung scheint die Heifswassermethode ihren Platz neben der Kupferbeize auszufüllen.

Mit Absicht sind wir bisher nicht auf die bei den einzelnen Getreidearten durch diese Behandlungsweisen erzielten Erfolge eingegangen. Dafs der Brand nicht vollständig abgehalten werden kann, darin sind sich alle Beobachter einig, dafs er vermindert wird, darüber herrscht dieselbe Übereinstimmung, und doch konnte man sich nicht recht erklären, weshalb der eine Untersucher ungünstige Resultate bei dieser, der andere Untersucher bei jener Getreideart bekam. Nach den Untersuchungen Brefeld's über die Blüteninfektion des Getreides lassen sich diese Widersprüche leicht lösen, wenn wir uns fragen, bei welchen Brandarten denn überhaupt eine Beizung Erfolg verspricht. Theoretisch erscheint ein Erfolg nur möglich bei den Brandarten, welche die junge Keimpflanze zu infizieren vermögen; dahin gehören also *U. Avenae* und *laevis* auf Hafer, *U. Hordei* bei Gerste, die verschiedenen Brandarten der Hirsen, der Steinbrand des Weizens, bis zu einem gewissen Grade auch der Maisbrand. Nicht abgetötet aber, weil ja das Mycel im Korn sitzt, werden *U. nuda* auf Gerste, *U. Tritici* auf Weizen, vielleicht auch *U. Secalis*. Wenn also z. B. die Gerste auch gebeizt wird, so kann sie doch brandkrank werden, nur dafs dann nicht *U. Hordei*, sondern *U. nuda* die Veranlassung ist. Trotzdem aber ist die Beizung

---

[1]) Vergl. über diese Literatur die Arbeit von Kirchner in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten III S. 3.

keineswegs zu verwerfen, im Gegenteil empfiehlt Brefeld selbst dringend, sie beizubehalten und ihre Anwendung noch auszudehnen; durch sorgfältiges Auswählen des Saatgutes aus brandfreien Gegenden kann daneben noch erfolgreich gegen die grofsen Schädigungen durch die Brandkrankheiten vorgegangen werden.

Es mag vielleicht nicht ganz überflüssig sein, zum Schlusse unserer Betrachtung über die Brandpilze noch kurz auf die materiellen Schädigungen hinzuweisen, die durch Brand veranlafst werden. So beziffert Eriksson die jährlichen Verluste an Hafer und Gerste für Schweden auf über 7 1/2 Millionen Kronen, Swingle die jährliche Einbufse durch Haferbrand für die Vereinigten Staaten auf 18 Millionen Dollars, Selby für Ohio durch Weizenbrand 7 Millionen Mark jährlich usw. Für Deutschland findet sich reiches Material in den Jahresberichten des Sonderausschusses für Pflanzenschutz, wenn sich auch zahlenmäfsig der Verlust überhaupt kaum angeben läfst. Für andere intensiv Getreide bauende Länder existieren keine näheren Angaben, doch wird man nach dem Gesagten wohl die Überzeugung gewinnen, dafs die Brandpilze für unseren Landbau zu den gefährlichsten Feinden gehören und bedeutenden Schaden verursachen, der nur noch von den Rostpilzen übertroffen wird.

Eubasidii (Basidiomycetes im engeren Sinne).

Im Gegensatz zu den Ustilagineen besitzen die Eubasidii echte Basidien, d. h. Konidienträger, die in ihrer Gestalt, Gröfse, Sporenzahl, Sporenform, Kernverhältnissen usw. für jede Art eine sehr weitgehende Regelmäfsigkeit aufweisen. Besonders wichtig ist dabei Regelmäfsigkeit in der Sporenbildung; während bei den Ustilagineen an jeder Hemibasidienzelle eine nicht bestimmte Zahl von Sporen entstehen konnte, wird hier stets nur eine oder eine ganz bestimmte Zahl an Sterigmen gebildet. Für die Familie der Ustilaginaceae war die Querteilung der Hemibasidie in mehrere Zellen die Regel; bei der Fortbildung zur regelmäfsigen Gestaltung hat deshalb die Zahl der übereinander gelegenen Zellen eine Fixierung erfahren, und die Zahl der an jeder Basidienzelle gebildeten Sporen ist auf die Einzahl zusammengeschrumpft. Wir erhalten also als erste Gruppe der Eubasidii diejenige mit geteilten Basidien, die Protobasidiomycetes. Im Gegensatz dazu kamen bei den Tilletiaceae nur einzellige Hemibasidien vor, die am Scheitel mehrere Konidien tragen; von ihnen leitet sich die einzellige keulige Basidie ab, wie sie für die später zu besprechenden Autobasidiomycetes charakteristisch ist.

Wenden wir uns jetzt zu den Protobasidiomycetes, so treffen wir zuerst bei ihnen auf Formen, deren Basidien aus vier übereinander gestellten Zellen bestehen (sogenannte quergeteilte Basidien). Wir unterscheiden zwei Ordnungen, Uredineae und Auriculariineae, von denen die erste als die wichtigste uns jetzt beschäftigen soll. Die zweite wird dann später in Gemeinschaft mit den Tremellineae behandelt werden.

Uredineae (Rostpilze).

Die Rostpilze gehören zu den am besten angepafsten Parasiten aus dem Pilzreiche. Während bei allen übrigen Parasiten, sogar bei den Brandpilzen, eine saprophytische Ernährung in mehr oder weniger vollkommener Weise gelungen ist, hat man bei der künstlichen Züchtung

der Uredineen niemals eine Entwicklung über die Sporenkeimungsprodukte hinaus beobachtet. Nur wenn die Keimung auf der betreffenden Nährpflanze vor sich ging, trat Weiterentwicklung und Fruktifikation ein. Die Uredineen besitzen ein vielfach verzweigtes, gekammertes Mycel, das im allgemeinen streng intercellular wächst und in die Zellen kleine Seitenzweige, die als Haustorien fungieren, entsendet. Häufig sind die Zellen mit einem gelben oder rötlichen Öl erfüllt, wodurch auch die meist rötliche Farbe der Flecken auf der Nährpflanze bedingt wird.

An diesem Mycel werden nun Fruchtlager angelegt, und zwar meist unter der Epidermis, nach deren Sprengung sie frei werden. Die Form dieser Lager ist je nach der Gattung etwas verschieden; auch bei den einzelnen Fruchtformen tritt sie nicht in gleicher Ausbildung auf. Wir werden sie noch später kennen lernen. Die wichtigste Fortpflanzungsform wird durch die Teleutosporen dargestellt. Sie entsprechen den Chlamydosporen der Ustilagineen und bedürfen in den meisten Fällen einer Ruhepause, bevor sie in die Basidien auskeimen. Die Basidien kommen als einfache Mycelschläuche zu dem in der Sporenmembran bereits vorgebildeten Keimporus hervor und teilen sich in vier übereinander liegende Zellen; seltener wird noch eine fünfte, untere Zelle abgegliedert, die dann als Stielzelle fungiert. Jede Basidienzelle bildet auf einem mehr oder weniger langen Sterigma eine Spore. Dieser Fruktifikation gehen bestimmte Kernvorgänge voraus, die sich in den bisher bekannten Fällen so abspielen, dafs die Mutterzelle der Teleutospore zuerst zwei Kerne enthält, die sich simultan teilen. Zwei der Tochterkerne gehen in die Stielzelle über; zwei davon bleiben in der jungen Teleutospore und verschmelzen bald miteinander. Hat die Teleutospore mehrere Zellen, so findet eine mehrfache Teilung der beiden Kerne, die man auch konjugierte Kerne genannt hat, statt. Die Teleutosporen entstehen in mehr oder weniger ausgedehnten Lagern und sind meist mehr oder weniger lang gestielt. Der Stiel hat häufig das Vermögen, gallertig aufzuquellen, um dadurch die Abtrennung der Spore zu erleichtern. Die Spore selbst besteht aus einer oder mehreren Zellen, die in verschiedener Weise zueinander gelagert sein können, wie die Gattungsübersicht zeigen wird. Jede einzelne Zelle bringt eine Basidie hervor. Die Membran der Teleutosporen besitzt meist eine ziemliche Dicke und trägt häufig auf der Aufsenseite Skulptierungen oder Stacheln, Warzen usw.; stets ist auch an jeder Zelle ein Keimporus vorhanden. Die mehrzelligen Teleutosporen zeigen sich von einem dünnen Häutchen, der Membran der ursprünglichen Mutterzelle, umgeben, und man müfste daher besser unter Berücksichtigung der Selbständigkeit jeder Teleutosporenzelle von einem „Sporenkörper“ sprechen. Bei den Puccinieen u. a. tritt die Basidie stets fadenartig aus der Zelle heraus, bei *Coleosporium* und verwandten Gattungen dagegen teilt sich der Inhalt der Spore nur in vier Zellen, von denen jede ein Sterigma mit Spore austreibt. Aus dem Gesagten geht hervor, dafs die Teleutosporen als Chlamydosporen angesehen werden müssen, welche unmittelbar fruktifikativ zur Basidie auskeimen.

Nicht bei allen, aber bei sehr vielen Arten kommen nun neben den Teleutosporen noch zwei andere Chlamydosporenformen vor, welche nur in Keimschläuchen auszukeimen vermögen und stets nur aus einer Zelle bestehen. Es sind dies die Aecidien- und Uredosporen. Die Aecidiensporen zeigen bei allen Formen einen nahezu überein-

stimmenden Bau. Sie werden in Lagern gebildet, welche von einer sich am Scheitel öffnenden Zelllage, der Pseudoperidie, umgeben sind. Die Pseudoperidie besteht aus einer einzigen Schicht flacher Zellen, die eine eigenartige Warzenbildung an der Oberfläche tragen und meist rötliche Öltröpfchen führen. Nur seltener kommt es vor, dafs diese Hüllschicht ganz fehlt (*Melampsora*) oder von einem Kranze nach innen gekrümmter Paraphysen ersetzt wird (*Phragmidium*). Die Sporen selbst sind stets einzellig, mit gelbem oder rotgelbem Öl erfüllt, meist zierlich gestachelt und entstehen reihenweise auf kurzen am Grunde des Fruchtkörpers stehenden einfachen Trägern; zwischen zwei Sporen befindet sich eine sogenannte Zwischenzelle, die aber bald zerdrückt und zerstört wird, so dafs sie nur an jungen Stadien noch sichtbar ist. Die Aecidiensporen keimen mit einem einfachen Keimschlauch, der sofort durch eine Spaltöffnung in die Nährpflanze eindringt.

Die Uredosporen entstehen ähnlich wie die Teleutosporen einzeln auf Stielen und bestehen stets nur aus einer Zelle. Sie bilden ähnliche Lager wie die Teleutosporen; ja häufig entstehen in den Uredolagern später die Teleutosporen. Die Membran der Uredosporen ist mit feinen Stacheln bedeckt und von zwei oder mehr Keimporen durchsetzt, wodurch sie sich also scharf von einzelligen Teleutosporen unterscheiden. Die Auskeimung erfolgt wie bei den Aecidiensporen. In wenigen Fällen (z. B. *Coleosporium*) werden die Uredosporen reihenweise nach Art der Aecidiensporen gebildet.

Endlich kommt noch eine letzte Sporenform vor, nämlich kleine stäbchenförmige oder fast kuglige Konidien, welche in Pykniden gebildet werden. Die Form dieser Pykniden stimmt ganz überein mit denen von *Polystigma* oder ähnlichen Ascomyceten; ich verweise auf die Figuren 14, *6* und 50, *13* auf S. 101 und 360. Bei der Seltenheit dieser Fruchtform wollen wir uns nicht weiter mit ihr befassen, zumal die Funktion der Konidien bisher noch nicht sicher hat aufgeklärt werden können.

Was nun den Zusammenhang der drei Chlamydosporenformen betrifft, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dafs sie sich aus einer gemeinsamen Grundform durch Differenzierung der Form und Funktion abgespalten haben. Die Teleutosporenform als der Erzeuger der charakteristischen Basidienfruktifikation ist die weitaus wichtigste von allen und wird deshalb bei keiner einzigen Art vermifst. Dagegen treten die beiden anderen Chlamydosporenformen durchaus nicht überall auf; neben Arten, die beide Formen besitzen, treten andere auf, die nur eine von ihnen entwickeln. Wie die Spaltung der drei Chlamydosporenformen vor sich gegangen ist, darüber wissen wir noch nichts; wahrscheinlich dürfte nur sein, dafs das Lebensbedürfnis dieser Pilze den Anstofs zur Ausbildung gegeben hat. So entstehen im allgemeinen die Aecidien zur Frühjahrszeit oder im zeitigen Sommer und dienen also recht eigentlich dazu, diese Pilze im Beginn der Vegetationsperiode zu verbreiten. Die Uredosporen können als Sommersporen bezeichnet werden und die Teleutosporen als Herbstsporen (Wintersporen), da sie am spätesten im Jahre entstehen und bestimmt sind, bis zum nächsten Jahre zu überwintern. Ausnahmen von dieser Regel kommen natürlich vor, lassen sich aber vielfach durch die Lebensgewohnheiten der betreffenden Pilze verständlich machen.

Diese Fülle von Fruchtformen, wie sie in gleicher Reichhaltigkeit nur noch bei einigen Ascomyceten auftritt, wechselt nun bei den

Arten, welche alle besitzen, in ganz regelmäfsiger Weise ab. Im Frühjahr keimen die Teleutosporen zu Basidien aus, die Basidiosporen infizieren die Nährpflanze, und es entstehen Aecidien und Pykniden; dann werden im Sommer die Uredosporen gebildet, die zuletzt wieder von den Teleutosporen abgelöst werden. Wenn sich dieser ganze Entwicklungszyklus auf ein und derselben Nährpflanze abspielt, so nennen wir einen solchen Rostpilz autöcisch. Aufserordentlich kompliziert aber wird der ganze Lebenskreis, wenn die verschiedenen Sporenformen nicht auf einer, sondern auf zwei Wirtspflanzen zur Entwicklung kommen. Wir sprechen dann von Wirtswechsel oder Heteröcie, ein im Pflanzenreich aufserordentlich seltener Vorgang, der sein einziges Gegenstück in der *Sclerotinia Ledi* (s. S. 283) hat. Der Wirtswechsel kommt in allen Fällen derartig zustande, dafs sich die Aecidien (und Pykniden) auf der einen, die Uredo- und Teleutosporen auf der anderen Nährpflanze bilden. Zu dieser höchsten Stufe der Anpassung ist nur eine verhältnismäfsig kleine Zahl im Vergleich zur Gesamtmenge der Arten vorgeschritten, und merkwürdigerweise sind es nur wenige Nährpflanzenfamilien, bei denen die Wirte der heteröcischen Uredineen zu suchen sind. Zur Erklärung dieser eigenartigen Anpassung hat man verschiedene Hypothesen aufgestellt, von denen aber bis jetzt keine voll befriedigt. So nahm E. Fischer an, dafs die Arten früher omni- oder plurivor und autöcisch gewesen wären, und dafs von den vielen Wirten zuletzt nur noch die beiden der heteröcischen Form übriggeblieben seien. P. Dietel dagegen nimmt an, dafs die Urformen heutiger heteröcischer Arten ursprünglich nur Teleutosporen besessen und erst später die Aecidien abgespalten hätten. Dabei hätte dann der Pilz nicht mehr seine volle Entwicklung auf demselben Wirt durchlaufen können und habe infolgedessen seine Teleutosporengeneration auf eine andere Pflanze verlegt. Auch diese Ansicht scheint mir noch nicht alle Erscheinungen zu erklären; doch wird sie vorläufig von den Spezialisten angenommen.

Aufser der Heteröcie ist nun auch der Begriff der Spezialisierung von Wichtigkeit. Ein Beispiel wird diesen Ausdruck besser beleuchten als die Definition. Auf den Kiefernnadeln kommt eine Aecidienform vor (*Peridermium Pini* forma *acicola*), mit deren Sporen sich auf verschiedenen Nährpflanzen die Teleutosporenform *Coleosporium* erzeugen läfst, so z. B. auf *Senecio*, *Pulsatilla*, *Campanula*, *Euphrasia* usw. Impft man nun rückwärts auf Kiefernnadeln, so läfst sich mit den dadurch erzeugten Aecidiensporen nur diejenige Nährpflanze wieder erfolgreich impfen, von der die Teleutosporen stammten. Dabei ist es morphologisch nicht möglich, die von den verschiedenen Coleosporien auf den Nadeln erzeugten Peridermien zu unterscheiden. Solcher Beispiele gibt es noch eine ganze Anzahl, von denen nur die *Melampsora*-Arten auf Weiden, die *Puccinia*-Arten auf Carex genannt sein mögen. Augenscheinlich erklärt sich also dieses merkwürdige Verhältnis daraus, dafs zuerst die Aecidien eine ganze Anzahl von Nährpflanzen gleichmäfsig zu infizieren vermochten; dann trat eine Anpassung der Teleutosporen an die bestimmte Nährpflanze und damit eine morphologische Differenzierung ein, während die Aecidienform unverändert blieb. Solche Arten, die sich eigentlich nur durch den Teleutosporenwirt unterscheiden, nennt man spezialisierte Arten (oder Formen) nach Eriksson. Augenscheinlich ist der Artcharakter bei dieser Form noch in der Bildung begriffen; sie stellen also Formen dar, die noch in der

Fortbildung stehen; deshalb nehmen die einen Forscher sie als Arten, die andern nur als Formen an. Es kann hier nicht näher auf diese komplizierten und erst seit wenigen Jahren erschlossenen Verhältnisse eingegangen werden, und ich verweise deshalb für nähere Informierung über diese und andere Eigenschaften der Rostpilze auf das 1904 erschiene Buch von H. Klebahn: „Die wirtswechselnden Rostpilze.“

Auf weitere biologische Eigentümlichkeiten wollen wir wieder am Schlusse des Kapitels, nachdem wir die wichtigeren Arten besprochen haben, näher eingehen und werden dann auch die Bekämpfungsmaſsregeln kennen lernen.

Der Systematiker unterscheidet vier Familien, von denen uns aber nur drei interessieren. Bei den Endophyllaceae entstehen die Teleutosporen durch reihenweise Abschnürung nach Art der Aecidiensporen. Die Melampsoraceae zeigen ihre ungestielten Teleutosporen zu flächen- oder polsterförmigen Lagern oder seltener Säulchen vereinigt, während endlich die Pucciniaceae stets mehr oder weniger langgestielte Teleutosporen besitzen, welche einzeln bleiben oder sich zu Sporenkörpern von bestimmter Gestalt vereinigen.

Von den Endophyllaceae wäre nur die Gattung *Endophyllum* Lév. zu nennen, deren einzellige Teleutosporen in Fruchtkörpern reihenweise auf Sterigmen gebildet werden; nach Art der Aecidien sind die Sori von einer Pseudoperidie umgeben. Die bekannteste Art ist *E. Sempervivi* (Alb. et Schwein.) de By., die sehr häufig auf kultivierten *Sempervivum-* und *Echeveria*-Arten vorkommt. Die Blätter zeigen rotgelbe, kleine Lager und gleichzeitig eine auffallende Verlängerung, so daſs die sonst so kompakten Blattrosetten dieser Nährpflanzen ganz unkenntlich werden. Das Mycel überwintert in der Nährpflanze. Fig. 49, *18* zeigt die keimende Teleutospore von *E. Euphorbiae silvaticae* (DC.) Wint.

Die Familie der Melampsoraceae enthält zahlreiche Gattungen, von denen hier nur die wichtigsten aufgeführt werden sollen.

A. Teleutosporen hintereinander an derselben Hyphe gebildet, daher reihenweise angeordnet.
  a. Teleutosporenlager polsterförmig — Chrysomyxa
  b. Teleutosporenlager säulchenförmig — Cronartium

B. Teleutosporen nicht in Längsreihen gebildet.
  a. Basidie nicht aus den Zellen hervortretend, sondern nur durch Vierteilung der Zellen angedeutet
    I. Uredosporen reihenweise gebildet — Coleosporium
    II. Uredosporen einzeln an der Spitze von Sterigmen gebildet — Ochropsora
  b. Basidie frei aus den Zellen hervortretend
    I. Teleutosporen einzellig, selten einmal geteilt — Melampsora
    II. Teleutosporen aus zwei bis vier nebeneinander stehenden Zellen gebildet
      1. Teleutosporenlager dick, krustig, subepidermal oder in der Epidermis entstehend — Pucciniastrum
      2. Teleutosporen einzeln oder in kleinen Gruppen im Blattparenchym — Uredinopsis

Bei der Gattung *Chrysomyxa* Unger besitzen die Aecidien eine Pseudoperidie; die Aecidiensporen werden, wie gewöhnlich, in Reihen gebildet und zeigen eine senkrecht zur Oberfläche gerichtete, stäbchenförmige Membranstruktur. Keimporen sind bei ihnen nicht vorhanden. Die Uredolager unterscheiden sich nur durch das Fehlen der Pseudoperidie; in der Struktur und Abgliederung gleichen die Uredosporen völlig den Aecidiosporen. In den Teleutosporenlagern, die gelbe, sammetartige Flecken bilden, werden die Teleutosporen ebenfalls in Reihen abgeschnürt, und jede einzelne Zelle keimt noch im Lagerverbande zur Basidie aus. Pykniden sind ebenfalls bekannt. Die bekannteste Art ist die im Hochgebirge auf *Rhododendron*-Arten vorkommende *Ch. Rhododendri* (DC.) de By. Die Teleutosporenlager, welche bereits im Herbst angelegt werden, entwickeln sich im ersten Frühjahr auf der Unterseite der vorjährigen Blätter; ihre Basidiensporen infizieren die Fichtennadeln und erzeugen dort das *Aecidium abietinum* Alb. et Schwein. Durch den Befall sterben die Fichtennadeln ab, und jüngere Exemplare können durch den Verlust der Nadeln zugrunde gehen. Die Aecidiensporen keimen wieder auf *Rhododendron*, und das in den Blättern verbreitete Mycel bringt zuerst Uredolager und danach im Herbst die Anlage der Teleutosporenlager hervor. Auch für die Alpenrosen kann der Pilz sehr verderblich werden, wenn der Blattverlust die Pflanzen allzusehr schwächt. In manchen Gegenden, in denen die Fichte selten ist, vermag der Pilz sich auch durch die Uredolager auszubreiten und seine Existenz durch perennierendes Mycel zu sichern. In der Ebene, wo die Alpenrosen fehlen, infizieren die Aecidiensporen des *Aecidium abietinum* das *Ledum palustre*, und die Art wird dann *Chr. Ledi* (Alb. et Schwein.) de By. genannt. Diese beiden Arten bilden also ein vortreffliches Beispiel für die „spezialisierten Arten“, da dasselbe Aecidium sich je nach der geographischen Lage an *Rhododendron* oder *Ledum* angepaſst hat.

Auf der Fichte selbst kommt dann noch *Ch. Abietis* (Wallr.) Ung. (Fig. 49, *14*) vor, von der aber bisher nur die Teleutosporen an den Nadeln bekannt sind, deren Basidiensporen wiederum die Fichte zu infizieren vermögen. Der Schaden, den dieser Pilz stiftet, ist im Vergleich zum *Aec. abietinum* nicht groſs. Weitere Arten werden auf anderen Ericaceen gefunden, interessieren uns aber hier nicht weiter.

Durch die auffälligen Aecidien und Teleutosporenlager zeichnet sich *Cronartium* Fries aus. Die Aecidiensporen (*Peridermium*) entstehen wieder in sehr langen Reihen und besitzen die senkrechte Stäbchenstruktur in der Membran. Charakteristisch für die Gattung ist, daſs die Pseudoperidie der Aecidienlager lange geschlossen bleibt und sich aus dem Zweig in Form eines auffälligen, weiſsen, sackartigen Gebildes herauswölbt; wenn dann die Hülle dieser Blasen unregelmäſsig aufreiſst, so werden die goldgelben Aecidiensporen in groſsen Massen frei und bedecken den infizierten Pflanzenteil. Die Uredolager bilden nur halbkuglige Blasen, die am Scheitel mit einem Loch sich öffnen; ihre Sporen stehen einzeln auf Stielchen und besitzen eine stachlige Membran. Die Teleutosporen bestehen aus einer Zelle und werden in gröſserer Zahl hintereinander an demselben Sterigma gebildet; sie verwehen aber nicht, sondern verkleben zu säulchen- oder fadenförmigen Gebilden, die trocken fast hornartig sind. Auch bei ihnen erfolgt die Keimung nach vollendeter Reife, und die Basidiensporen besitzen ungefähr kuglige Gestalt. Eine sehr bemerkenswerte Form stellt das *C. asclepiadeum* (Willd.) Fr. dar, dessen Aecidienform auf der Kiefer

nicht unbeträchtlichen Schaden anrichten kann[1]). Die oben beschriebenen blasenförmigen Lager entstehen rings um den Kiefernast in großer Menge aus einem perennierenden Mycel, oft fußlange Strecken überziehend (Fig. 47). Die Äste sterben dadurch allmählich ab, und jüngere Individuen gehen davon meistens ein. Unter Umständen kann der Schaden sehr bedeutend werden, wie z.B. CORNU bei Paris beobachtete, daß bei einer 4—5 jährigen Pflanzung 15% aller Bäumchen befallen waren. Man hat diese Aecidienform *Peridermium Cornui* Rostr. et Kleb. genannt, zum Unterschied von anderen, morphologisch kaum unterscheidbaren Peridermien, die aber zu anderen Arten gehören. Durch Kultur wurde festgestellt, daß die Uredo- und Teleutosporen sich auf *Cynanchum Vincetoxicum*, *Paeonia*-Arten (hier früher als *C. flaccidum* bezeichnet), *Nemesia versicolor* und *Verbena teucrioides* zu entwickeln vermögen. Dies Resultat ist insofern merkwürdig, als bisher nur sehr wenig Teleutosporenformen bekannt sind, welche verschiedene Nährpflanzenfamilien, in unserem Falle gleich vier, befallen. Nahe verwandt, aber durch Kulturversuche als verschieden erwiesen, ist *C. gentianeum* v. Thüm., dessen Teleutosporen auf *Gentiana asclepiadea* vorkommen, während die Aecidien wahrscheinlich auch auf Kiefern zu suchen sein dürften. Auf *Quercus*-Arten kommt in Nordamerika und Japan das *C. Quercuum* (Cooke) Miyabe vor, zu dem nach SHIRAI Peridermien auf *Pinus densiflora*, *Thunbergi* u. a. gehören. Von besonderer Wichtigkeit ist endlich noch *C. Ribicola* Dietr. (Fig. 49, *15*), dessen Aecidiengeneration auf der Weymouthskiefer auftritt und als *Peridermium Strobi* Kleb. bezeichnet wird. Die Kulturversuche, welche KLEBAHN mit diesem Peridermium anstellte, können recht eigentlich als der Ausgangspunkt der neueren Anschauungen und Forschungen über die Heteröcie angesehen werden. Als Resultat

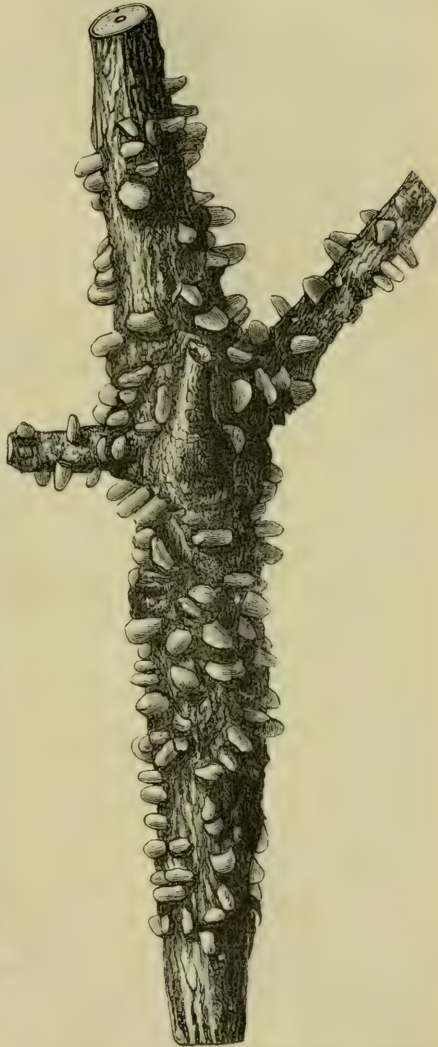


Fig. 47. *Peridermium Pini* auf einem Kiefernast, vielleicht zu *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) Fr. gehörig.

[1]) Man vergleiche nähere Angaben über diesen sowie andere wirtswechselnde Rostpilze in dem Buche von KLEBAHN, Die wirtswechselnden Rostpilze (Berlin 1904), auf das hier ein für allemal verwiesen sei.

ergab sich der Zusammenhang mit dem auf *Ribes*-Arten längst bekannten Cronartium. Auf den Weymouthskiefern stiftet der Pilz beträchtlichen Schaden an; aber seltsamerweise wurde er bisher nur in der Alten Welt beobachtet, während in der amerikanischen Heimat des Baumes der Pilz noch nicht aufgetreten zu sein scheint. Ferner wurde in der Alten Welt auch *Pinus Lambertiana, monticola* und *Cembra* als vom *P. Strobi* befallen nachgewiesen. Häufig werden die *Ribes*-Blätter epidemisch von dem Roste befallen, ohne daſs in der Nähe das Peridermium sich nachweisen läſst. Da es aber wenig wahrscheinlich ist, daſs die Teleutosporenform *Ribes* von neuem infizieren kann, so läſst sich ein solches Vorkommen nur durch den Transport der Peridermiensporen auf weite Strecken durch Wind erklären. Die Peridermien entstehen mehrere Jahre, ebenso wie auch die Pykniden, an der Weymouthskiefer, da das perennierende Mycel immer von neuem die Fruchtkörper hervorbringt. Immerhin bleiben in dem Auftreten des Rostes noch manche Unklarheiten bestehen, deren Lösung der Zukunft überlassen werden muſs.

Die Gattung *Coleosporium* Lév. besitzt kleine blasenförmige Aecidien, deren Pseudoperidie sich unregelmäſsig öffnet und die mit kurzen, leicht ablösbaren Stäbchen auf der Oberfläche versehenen Aecidiensporen frei werden läſst. Die Uredosporen sehen ähnlich aus und werden in kurzen Ketten gebildet. Die Teleutosporenlager sind flach, wachsartig und bestehen aus den dicht nebeneinander stehenden Teleutosporen, welche fast ungestielt sind und anfänglich nur aus einer Zelle bestehen; ihre Membran ist am Scheitel sehr stark verdickt. Sehr bald teilen sie sich in vier Zellen, von denen jede auf einem Sterigma eine groſse eiförmige Spore hervorbringt. Die Basidie tritt hier also nicht mehr aus der Teleutospore heraus, sondern bleibt in ihrem Innern gleichsam latent. In dieser Gattung, die für unsere Zwecke wenig Bedeutung besitzt, finden sich die spezialisierten Arten in groſser Zahl vor. Sie konzentrieren sich wesentlich um die nadelbewohnende alte Sammelart *Peridermium Pini f. acicola.* Während morphologisch die verschiedenen Rassen dieser Peridermien nicht unterscheidbar sind, lassen sich doch mit den einzelnen Fruchtkörpern nur bestimmte Nährpflanzen infizieren, während die Infektionen anderer nicht gelangen. Damit läſst sich annehmen, daſs die Peridermien innerlich verschieden sein müssen, obgleich sich das äuſserlich nicht nachweisen läſst. Wir haben es bei diesen Formen augenscheinlich mit werdenden Arten zu tun, die sich vorläufig zu Gewohnheitsrassen herangebildet haben, je nachdem am Standorte eines Peridermium der eine oder andere Teleutosporenwirt in gröſserer Zahl vorhanden war. Auch hier werden erst spätere Forschungen die letzte Klarheit bringen. Bei starkem Befall kann das Peridermium besonders jüngeren Kiefern gefährlich werden, da die Nadeln zerstört werden. Es sind im wesentlichen drei Nährpflanzenfamilien, auf denen Coleosporien auftreten, die mit Pinusperidermien in Zusammenhang stehen, und zwar je nach dem Vorkommen mit solchen auf *Pinus silvestris* oder *montana.* So finden sich auf Compositen das *Coleosporium Senecionis* (Pers.) Fr. bei *Senecio vulgaris*, *silvaticus* u. a., *C. Sonchi* (Pers.) Lév. bei *Sonchus asper*, *oleraceus* und *arvensis*, *C. Inulae* (Kze.) Fisch. bei *Inula Vaillantii* und *Helenium*, *C. Tussilaginis* (Pers.) Kleb. bei *Tussilago Farfara*, *C. Petasitis* de By. bei *Petasites officinalis*, *C. Cacaliae* (DC.) Wagn. bei *Adenostyles alpina* u. s. f. Das alte *C. Campanulae* (Pers.) Lév. muſs wahrscheinlich je nach den

infizierbaren Arten von *Campanula* in eine Reihe von biologischen Arten zerlegt werden. Endlich kommen bei Scrophulariaceen vor *C. Euphrasiae* (Schum.) Wint. an *Euphrasia officinalis* und *Alectorolophus* und *C. Melampyri* (Rebent.) Kleb. an *Melampyrum pratense.* Auf *Pulsatilla* findet sich *C. Pulsatillae* (Str.) Fr. (Fig. 49, *17.*) Weitere Arten müssen hier übergangen werden.

Die nur lose in Lagern vereinigten Teleutosporen der Gattung *Ochropsora* Diet. mit der Art *O. Sorbi* (Oud.) Diet. (Fig. 49, *11*) keimen ähnlich wie *Coleosporium* aus, aber die Basidiensporen sind spindelförmig. Die Uredosporen entstehen einzeln auf Stielen. Der Pilz befällt die Blätter von *Sorbus aucuparia, torminalis* und *Spiraea Aruncus.* Nach Tranzschel gehört als Aecidiengeneration das bekannte *Aecidium leucospermum* auf *Anemone nemorosa* hinzu; doch bedarf diese Angabe noch weiterer Bestätigung.

Aufserordentlich schwierig im Hinblick auf die Zusammengehörigkeit der Wirtsformen liegen die Verhältnisse bei der Gattung *Melampsora* Cast. Die Aecidien werden nach dem Typus der alten Gattung *Caeoma* gebildet, besitzen also weder Pseudoperidien noch Paraphysen. Meistens stellen sie kleine polsterförmige Höcker von rötlicher Farbe dar. Die Uredosporen werden einzeln auf Stielen abgeschnürt und besitzen meistens keine deutlichen Keimporen. Die einzelligen, selten einmal quergeteilten Teleutosporen stehen zu mehr oder weniger ausgebreiteten, flachen, krustenartigen Lagern von unregelmäfsigem Umrifs dicht beisammen und besitzen die charakteristische rotgelbe Farbe. Die frei heraustretenden Basidien tragen kuglige Sporidien. Pykniden sind ebenfalls bekannt und stehen meist als flache, halbkuglige Behälter unter der Cuticula oder im subepidermalen Gewebe. Je nachdem die Teleutosporen aufserhalb der Nährpflanzenzellen oder im Innern der Epidermiszellen gebildet werden, unterscheiden wir die beiden Untergattungen *Melampsora* (im engeren Sinne) und *Melampsorella.*

Zu der letzteren Untergattung gehört *M. Caryophyllacearum* (DC.) Schroet. (= *M. Cerastii*) (Fig. 49, *10*). Die kleinen pustelförmigen Häufchen der Uredolager finden sich auf Caryophyllaceen, besonders *Stellaria* und *Cerastium* sehr häufig und bedecken oft die ganze Pflanze wie mit gelben Punkten. Die Teleutosporenlager sind blasser und weit ausgedehnt; sie bringen ihre Sporen erst im Frühjahr hervor. Diese keimen sofort aus. Man hat lange nach dem zugehörigen Aecidium gesucht, bis es E. Fischer gelang, das *Aecidium elatinum*, den Erreger des gefährlichen Hexenbesens und Krebses der Weifstanne durch Kultur als zugehörig zu erweisen. Seitdem sind diese Untersuchungen durch v. Tubeuf und Klebahn bestätigt worden, so dafs der Zusammenhang sichergestellt ist. Der Grund, weshalb sich der Zusammenhang so lange der Wahrnehmung entzog, liegt wohl hauptsächlich in dem Umstande, dafs sowohl die Uredo- und Teleutosporengeneration, wie auch die Aecidiengeneration perennierende Mycelien besitzen, welche mehrere Jahre die Fruchtkörper entstehen lassen. Demnach erscheint es dann auch nicht merkwürdig, dafs beide Formen räumlich oft sehr weit getrennt erscheinen, so dafs man früher überhaupt das Fehlen der Aecidiengeneration annahm. Der eigentliche Schädling ist das Aecidium, über dessen Wirkung wir durch eingehende Untersuchungen de Bary's[1]), Mer's[2]), Heck's[3]) und vieler Forstmänner

[1]) Über den Krebs und die Hexenbesen der Weifstanne in Bot. Zeit. 1867 S. 257.
[2]) Le chaudron du sapin in Rev. gén. de Bot. VI, 1894, S. 152.
[3]) Der Weifstannenkrebs. Berlin 1894.

ausreichend unterrichtet sind. Die anatomischen Veränderungen sind aufser durch die genannten Autoren besonders von HARTMANN [1]) und ANDERSON [2]) genauer studiert worden.

Das *Aecidium elatinum* Alb. et Schwein. tritt aufser an *Abies pectinata* auch an *A. Nordmanniana*, *cephalonica*, *Pinsapo* auf und wurde in Nordamerika auch an *A. balsamea*, in Sibirien an *A. Pichta* festgestellt. Auffällig tritt die Infektion durch Bildung von Hexenbesen (Fig. 48) in die Erscheinung, an deren Nadeln die Aecidienbecher zur Ausbildung gelangen. Sie werden meist aus reich verzweigten Büscheln von Ästen



Fig. 48. Hexenbesen der Weifstanne durch das Aecidium von *Melampsora Caryophyllacearum* (DC.) Schroet. erzeugt.

zusammengesetzt, welche sich vom Zweige aus senkrecht erheben, also negativ geotropisch sind. Die Gröfse der Hexenbesen schwankt aufserordentlich; ihre Verbreitung auf die verschiedenen Altersstadien der Bäume ist unbegrenzt. Es finden sich sowohl die Äste der jungen Bäumchen infiziert, wie auch die dicken Zweige und Kronen uralter Bäume. Wenn auch die Häufigkeit des Auftretens für die einzelnen Gegenden recht verschieden ist, so erstreckt sich dafür das Verbreitungsareal des Pilzes über den ganzen Bezirk, wo Tannen zu existieren ver-

---

[1]) Anatomische Vergleichung der Hexenbesen der Weifstanne mit den normalen Sprossen derselben. Freiburg 1892.

[2]) Comparative anatomy of the normal and diseased organs of Abies balsamea affected with Aecidium elatinum in Botan. Gazette XXIV, 1897, S. 309.

mögen. In den Zweigen der Hexenbesen befindet sich das perennierende Mycel des Aecidiums, das von einem bestimmten Punkte des Hauptastes ausgeht. Diese Stelle, welche vielleicht, aber wohl nicht immer dem Infektionspunkt entspricht, charakterisiert sich äufserlich durch eine mehr oder weniger ausgedehnte Anschwellung des Astes. Diese Anschwellungen wachsen mit dem Aste in der Gröfse fort, und ihre Rinde platzt später in unregelmäfsigen, tiefen Spalten und Rissen auf, welche sich in der Folge zu Krebsstellen entwickeln; hier finden dann andere holzzerstörende Pilze ihren Angriffspunkt und machen die Stelle so brüchig, dafs der Ast durch Wind oder Schneedruck herunterbricht. Dadurch kann unter Umständen bedeutender Schaden angerichtet werden. Daneben aber wird infolge der anatomischen Struktur dieser Krebsstellen auch der Nutzungswert des Holzes bedeutend herabgesetzt, so dafs auch dadurch die befallenen Bäume an Wert verlieren. Man nahm früher an, dafs die Infektion der Zweige ausschliefslich an Wundstellen vor sich gehe, indessen haben die neueren Arbeiten gezeigt[1]), dafs sie an Knospen von einem bestimmten Entwicklungsstadium erfolgt. Wahrscheinlich aber ist auch diese Ansicht nicht ohne Einschränkung richtig, denn E. Fischer[2]) beobachtete bei seinen sorgfältig durchgeführten Infektionsversuchen, dafs sich die Keimschläuche der Basidiosporen durch die Epidermis zwischen zwei benachbarten Zellen an den eben entfalteten Trieben der Weifstanne einzubohren vermögen. Es bilden sich dann die Astanschwellungen, und aus den sich an diesen Stellen entwickelnden Knospen entstehen die Hexenbesenzweige. Das Primäre der Krankheit ist also der Astkrebs, und aus diesem wächst sekundär der Hexenbesen hervor; dadurch erklärt es sich auch leicht, dafs Krebse ohne Hexenbesen vorkommen können, wenn an solchen Stellen zufällig keine Knospen zur Entwicklung gelangen. Das anatomische Bild eines Krebses charakterisiert sich durch die abnorme Verbreiterung der Jahrringe. Die Holzfasern verlaufen ganz unregelmäfsig, und bisweilen setzt die Holzbildung ganz aus. In der Rinde findet eine bedeutende Wucherung des primären und sekundären Rindenparenchyms statt, das in seinen Intercellularen überall von den Hyphen durchwuchert wird. Auch zwischen die Bastbündel dringen die Fäden ein, durchwachsen ferner die Cambialzone und das Holzparenchym, sowie auch die Markstrahlen. Daraus erklärt sich denn auch die geringe Festigkeit des Holzes. Besonders beachtenswert ist das Auftreten von Harzkanälen im erkrankten Holz, während sie im gesunden fehlen. Ihre Zahl nimmt in den Jahrringen mit dem Alter zu. An diesen Harzkanälen beobachtet man häufig Harzblasen von bedeutender Gröfse, ebenso findet in der Rinde eine ganz abnorme Vergröfserung dieser Harzblasen statt. Nach Mer enthält das kranke Holz auch albuminoide Stoffe in reicherer Menge, ebenso Tannin und Harz. Eingehendere Schilderungen des Baues vergleiche man in den oben angezogenen Schriften (S. 351, 352 Anm.). Nach den Beobachtungen Weise's sind besonders die durch Randstellung und Vorwüchsigkeit ausgezeichneten Bäume am meisten der Infektionsgefahr ausgesetzt und zeigen demnach oft die Hexenbesen in viel gröfserer Zahl als dicht daneben stehende, gegen die Infektion durch Wind besser geschützte Individuen.

---

[1]) Vergl. dazu Weise, Zur Kenntnis des Weifstannenkrebses in Mündener Forstl. Blätter 1892 S. 1.

[2]) Aecidium elatinum etc. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, 1901, S. 321 und XII, S. 193.

Andere, namentlich von Farnen, angegebene Arten von *Melampsorella* übergehen wir hier und wenden uns den zahlreichen Arten von *Melampsora* selbst zu, deren Systematik erst durch die ausgedehnten Kulturversuche der letzten Jahre einige Klärung erfahren hat. Man kennt einige autoecischen Arten, so z. B. die bekannte *M. Saxifragarum* (DC.) Schroet. mit Aecidien und Teleutosporen auf *Saxifraga granulata*, *M. Lini* (Pers.) Tul., der Leinrost auf *Linum*-Arten, oft ganze Flachsfelder befallend; die gröfste Zahl aber gehört zu den wirtswechselnden und beschränkt sich im wesentlichen auf nahe verwandte spezialisierte Arten auf *Salix* und *Populus*. Die Uredo- und Teleutosporen entwickeln sich bei allen diesen Arten auf der Unterseite der Blätter zu mehr oder weniger ausgedehnten Häufchen oder Lagern von gelblich-weifser bis rotgelber Farbe und verschiedener Konsistenz. Irgendwelche Schäden erzeugen sie nicht, da sie erst spät im Jahre auftreten, wenn die Blätter bereits ihre Schuldigkeit getan haben, einige Aecidienformen aber sind bemerkenswert als gelegentliche Schädlinge. Auf *Populus tremula* tritt die *M. pinitorqua* Rostr. auf, zu der nach HARTIG's und ROSTRUP's Kulturversuchen das bekannte *Caeoma pinitorquum* A. Br. gehört. Dieses Caeoma tritt besonders auf jüngeren Exemplaren von *Pinus silvestris* und *P. montana* auf und bringt dünnere Triebe zum Absterben, während es ältere Äste in eigenartiger Weise krümmt und verdreht (daher der Name Kieferndreher, Drehrost). Das Mycel sitzt in der Rinde und dringt zu den Markstrahlen auch ins Holz hinein. Am Anfang des Sommers entwickeln sich unmittelbar unter der Cuticula die Pykniden, später dann im subepidermalen Parenchym die Caeomalager. Wahrscheinlich perenniert das Mycel, obwohl auch eine jährlich wiederkehrende Infektion nicht unwahrscheinlich ist, und richtet infolgedessen an den Bäumen grofsen Schaden an, namentlich wenn nafskalte Frühjahre noch ein begünstigendes Moment schaffen. Eine sehr nahestehende, mit der vorigen früher als *M. Tremulae* zusammengefafste Art ist *M. Larici-Tremulae* Kleb. Morphologisch lassen sich beide nicht unterscheiden, weshalb es erklärlich erscheint, dafs HARTIG annahm, dafs die Aecidien sowohl auf *Pinus* wie auf *Larix* vorkommen. Sorgfältige Versuche von KLEBAHN haben gezeigt, dafs die Art streng an *Larix* angepafst ist, wo sie auf den Nadeln die Caeomalager erzeugt. Irgendwelchen nennenswerten Schaden stiftet der Pilz nicht an. Zu nennen sind ferner *M. Rostrupii* Wagn. auf *Populus alba*, *tremula* u. a. mit der Aecidienform auf *Mercurialis perennis*, *M. Magnusiana* Wagn. auf *P. alba* und *tremula* mit den Aecidien auf *Chelidonium majus*, *M. Klebahni* Bub. auf *P. tremula* mit den Aecidien auf *Corydalis cava* und *solida*, *M. Larici-populina* Kleb. und *M. Allii-populina* Kleb. auf *P. nigra* mit den Aecidien auf *Larix* resp. *Allium*-Arten. Die beiden letzteren Arten, früher als *M. populina* zusammengefafst, unterscheiden sich von den übrigen durch die gestreckten, am oberen Ende glatten Uredosporen.

Vielleicht dürfte sich bei späteren Versuchen die Zahl dieser spezialisierten Arten noch vermehren lassen, für die auf *Salix*-Arten vorkommenden Melampsoren (Fig. 49, *9*) steht es schon jetzt fest, dafs ihre Trennung nur als vorläufige zu bezeichnen ist und jederzeit Umänderungen erfahren kann. Da sie als Schädlinge auch wenig Bedeutung haben, so seien hier nur einige der am sichersten begründeten Arten genannt, während ich im übrigen auf die Versuche von KLEBAHN

und SCHNEIDER[1]) verweise. So kommt auf *Salix fragilis* mit den Aecidien auf *Allium vineale* und *sativum* die *M. Allii-Fragilis* Kleb. und mit den Aecidien auf *Galanthus nivalis* die *M. Galanthi-Fragilis* vor. *Salix pentandra* beherbergt *M. Larici-Pentandrae* Kleb. mit den Aecidien auf *Larix*; *S. alba* die *M. Allii-Salicis albae* Kleb. mit den Aecidien auf *Allium vineale, ursinum* und anderen Arten; *S. viminalis* die *M. Ribesii-Viminalis* Kleb. mit den Aecidien auf *Ribes*-Arten; *S. herbacea* die *M. alpina* Juel mit den Aecidien auf *Saxifraga oppositifolia* u. s. f. Die Spezialisierung dieser Formen scheint eine sehr weitgehende und wahrscheinlich in den einzelnen Gegenden verschiedene zu sein; aufserordentlich mühselige, darüber noch anzustellende Kulturversuche können allein in dieser Mannigfaltigkeit Klarheit und Ordnung schaffen.

Die Gattung *Pucciniastrum* Otth (einschliefslich *Calyptospora* J. Kühn) bildet, soweit es bisher durch Kulturversuche nachgeprüft wurde, ihre Aecidien auf Coniferen aus. Die Uredolager sind von einer Pseudoperidie umgeben, die Teleutosporen bilden sich in den Epidermiszellen aus und vereinigen sich zu unregelmäfsig begrenzten Krusten. Bei *P. Goeppertianum* (J. Kühn) Kleb. zeigen sich die Teleutosporen über Kreuz in vier Zellen geteilt, während sie bei den übrigen Arten unregelmäfsig nebeneinander stehen. Die Auskeimung erfolgt auf der lebenden Nährpflanze durch eine typische vierzellige Basidie, deren Zellen kuglige Sporen bilden. Die bekannteste Art ist das soeben genannte *P. Goeppertianum* (J. Kühn) Kleb. (= *Calyptospora Goeppertiana*), welche die Preifselbeere befällt und ihre Triebe sich abnorm verlängern und verdicken läfst (Fig. 49, *12*). Das Mycel perenniert und verbreitet sich intercellular im Trieb, nur mit Haustorien in die Zellen eindringend. Da der Inhalt der Rindenzellen rot gefärbt wird, so erscheint der befallene Trieb zuerst rötlich, später braun. Die unteren Blättchen, die ebenfalls gerötet werden, fallen frühzeitig ab, während sich die oberen normal entwickeln. Eigentümlich für die Art ist die schon erwähnte Vierteilung der Teleutosporen. Nach den Versuchen R. HARTIG's, die später von vielen Seiten Bestätigung fanden, gehört als Aecidienform das *Aecidium columnare* Alb. et Schwein. hinzu. Die Tannennadeln werden im Mai von den Basidiensporen infiziert und tragen auf der Unterseite zuletzt in zwei Längsreihen die Aecidienbecher, für welche die bis 3 mm langen, zylindrischen und später abfallenden Pseudoperidien charakteristisch sind. Allzu grofser Schaden dürfte an den Tannen wohl nur unter besonderen Umständen angerichtet werden. Durch das perennierende Mycel wird eine gewisse Selbständigkeit der Teleutosporengeneration erreicht; doch dürfte es kaum wahrscheinlich sein, dafs die Basidiosporen die Fähigkeit besitzen, Preifselbeerpflanzen mit Umgehung des Aecidienwirtes zu infizieren. Ein ähnliches Aecidium auf der Weifstanne besitzt auch *P. Abieti-Chamaenerii* Kleb., wodurch die nahe Verwandtschaft beider Arten dokumentiert wird. Die Uredo- und Teleutosporen bilden sich auf *Epilobium angustifolium* und *Dodonaei*. Verschieden ist *P. Epilobii* (Pers.) Otth auf anderen *Epilobium*-Arten, doch kennt man den Aecidienwirt bisher nicht. *P. Padi* (Kze. et Schm.) Diet. bringt die Uredolager als winzige Pusteln auf der Unterseite der Blätter an *Prunus Padus* hervor, während die Teleutosporen oberseits braunrote bis schwarzbraune Krusten bilden. Nach den Versuchen von v. TUBEUF gehört *Aecidium strobilinum* (Alb. et Schw.) Reefs hierzu, das

---

[1]) Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. XIII S. 222 u. XV S. 232.

sich an den Zapfenschuppen der Fichte entwickelt. Die Schuppen stehen sparrig auseinander und tragen auf ihrer Innenseite eine große Zahl von abgeplatteten, braunen Aecidien, deren derbe Peridie später so abreißt, daß nur noch schüsselartige Reste erhalten bleiben.

Endlich wäre noch die Gattung *Uredinopsis* P. Magn. kurz zu erwähnen, über deren Generationswechsel wir vorläufig nichts wissen. Die wenigen Arten leben in Farnen und bringen Uredolager mit Pseudoperidie hervor, während die Teleutosporen in kleinen Gruppen mitten im Parenchym der Nährpflanze ausgebildet werden (Fig. 49, *13*). Die Gattung ist bisher noch wenig untersucht.

Wir kommen nun zur letzten und weitaus wichtigsten Familie der Uredineen, zu den Pucciniaceae. Die Übersicht über die wichtigsten, hierher gehörigen Gattungen ist folgende:

- A. Teleutosporen in eine Gallertmasse eingebettet oder mit verquellenden Stielen, zweizellig, auf Coniferen — Gymnosporangium
- B. Teleutosporen nicht in eine Gallertmasse eingebettet, nicht auf Coniferen
  - a. Teleutosporen auf einfachen, getrennten Stielen, ein- oder mehrzellig
    - I. Teleutosporen einzellig
      - 1. Uredosporen auf einer Seite glatt — Hemileia
      - 2. Uredosporen allseitig stachlich oder warzig — Uromyces
    - II. Teleutosporen typisch zweizellig
      - 1. Aecidien mit typischer Pseudoperidie oder von einer Hyphenlage umgeben — Puccinia
      - 2. Aecidien ohne jede Hülle — Gymnoconia
    - III. Teleutosporen typisch drei- oder mehrzellig
      - 1. Teleutosporenzellen übereinander liegend — Phragmidium
      - 2. Teleutosporenzellen nebeneinander liegend — Triphragmium
  - b. Teleutosporen mehrzellig, von einem aus mehreren Stielen zusammengesetzten Stiel oder von mehreren getrennten Stielen getragen — Ravenelia.

In der Gattung *Gymnosporangium* Hedw. f. tritt uns ein Typus entgegen, dem die Uredosporen fehlen. Die Aecidien besitzen eine stark entwickelte, derbe Pseudoperidie und treten als zylindrische oder mehr oder weniger flaschenförmige Gebilde auffällig über das Nährsubstrat hervor; ihre Sporen haben eine dunkelbräunliche Färbung und zeigen gewöhnlich mehrere Keimporen. Am auffälligsten sind die Teleutosporenlager, die in Form von stift- oder buckelförmigen oder fast zylindrischen Höckern sich in dichten Gruppen senkrecht von der Nährpflanze abheben. Sie bestehen aus großen Massen von sehr langgestielten, zweizelligen Teleutosporen, deren Stiele und äußere Membranschichten gallertig verquellen und die Lager bilden. Gewöhnlich besitzt jede Zelle mehrere in der Nähe der Teilungswand liegende Poren; durch eine derselben wächst die Basidie hervor. Pykniden von kreisel- oder krugförmiger Gestalt und fast kegelförmiger Mündung

sind bekannt. Aufser einer Art sind alle übrigen heteröcisch, und zwar finden sich die Teleutosporen ausschliefslich auf Cupressineen, die Aecidien dagegen, die hier ihrer eigentümlichen Form wegen früher als besondere Gattung *Roestelia* Rebent. bezeichnet wurden, nur auf Pomaceen.

Am bekanntesten ist *G. Sabinae* (Dicks.) Wint. Es bringt an den Zweigen des häufig angepflanzten Sadebaumes (*Juniperus Sabina*), ebenso aber auch bei *J. Oxycedrus, tripartita, phoenicea* und *excelsa*, Verdickungen an den Zweigen hervor, aus denen im Frühjahr die zuerst braunen, später hellbräunlichen, gallertigen Teleutosporenlager (Fig. 50, *3—5*) in Form von mehr oder weniger grofsen Zäpfchen hervorbrechen (Fig. 50, *1*). Die Teleutosporen keimen noch in der Gallerte aus, und die Lager zerfliefsen dann allmählich spurlos, am Zweig nur eine Narbe hinterlassend (Fig. 50, *2*). Die Bildung der Zweigverdickungen erfolgt durch eine Zunahme der Zellen in allen Gewebeteilen[1]). In der Rinde werden keine dickwandigen Bastfasern mehr gebildet, sondern nur noch dünnwandige; das Parenchym zeigt starke Wucherungen, und die Lagerung der einzelnen Bestandteile der Rinde wird ganz unregelmäfsig. Das Mycel durchwuchert in dichten Lagen alle Intercellularen. Beim Holze tritt die Verbreiterung der Jahrringe als besonders auffällige Erscheinung auf; die Lagerung der Tracheiden wird unregelmäfsig; die Markstrahlen verbreitern sich auffällig; die Grenzen der Jahrringe erscheinen kaum noch angedeutet. Mycel hat Wörnle im Holz nicht gefunden. Überall wird in den Membranen ein gelber Farbstoff abgelagert. Vor der Bildung eines Teleutosporenlagers wird vom Rindenparenchym ein polsterartiges Gewebe von rundlichen Zellen angelegt, zwischen dessen Zellen das Mycel hindurchwächst, um über denselben ein paraplectenchymatisches Gewebe zu bilden, das dem Lager als Stütze dient. Nach dem Ausfallen der Lager zeigt sich als Narbe dieses Paraplectenchym in Form eines scharf umgrenzten, glänzend hellgelben Fleckens. Darunter entsteht dann eine Vernarbungsschicht in der Rinde, die aus mehreren Lagen von Korkzellen gebildet wird. Im darauffolgenden Jahre wird dieses Narbengewebe nicht durchbrochen, sondern das neue Lager bricht seitlich davon heraus. Durch diese fortgesetzten Vernarbungen und Durchbrechungen entstehen dann weitere Unregelmäfsigkeiten im Bau der Rinde. Das Perennieren des Mycels garantiert der Teleutosporengeneration eine gewisse Unabhängigkeit von den Aecidien, die durch die keimenden Basidiosporen an den Blättern, Blattstielen und sogar jungen Trieben von *Pirus communis* (und verwandten Pirus-Arten) hervorgerufen werden. Es bilden sich an den infizierten Stellen im Sommer auf der Blattoberseite gelbe klebrige Flecken aus, in denen die Pykniden (Fig. 50, *7*) stehen, später folgen dann unterseitig die auffällig gelbroten Aecidienbecher (Fig. 50, *6*). Die Aecidien öffnen sich nicht vollständig, sondern die Pseudoperidie reifst nur gitterförmig auf, woher das Aecidium auch seinen Namen *Roestelia cancellata* erhalten hat (Fig. 50, *8—12*). Wenn auch der Schaden, den die Teleutosporengeneration anrichtet, nur gering ist, so kann dagegen der Ertrag der Birnbäume bei starkem Befall ganz empfindlich herabgesetzt werden. Als Vorbeugungsmittel kommt nur die räumliche Trennung der beiden Wirtspflanzen in Betracht. Während

[1]) Man vergleiche die Anatomie der Gymnosporangiengallen bei P. Wörnle in Forstl. Naturw. Zeitschr. III, 1894, S. 68.

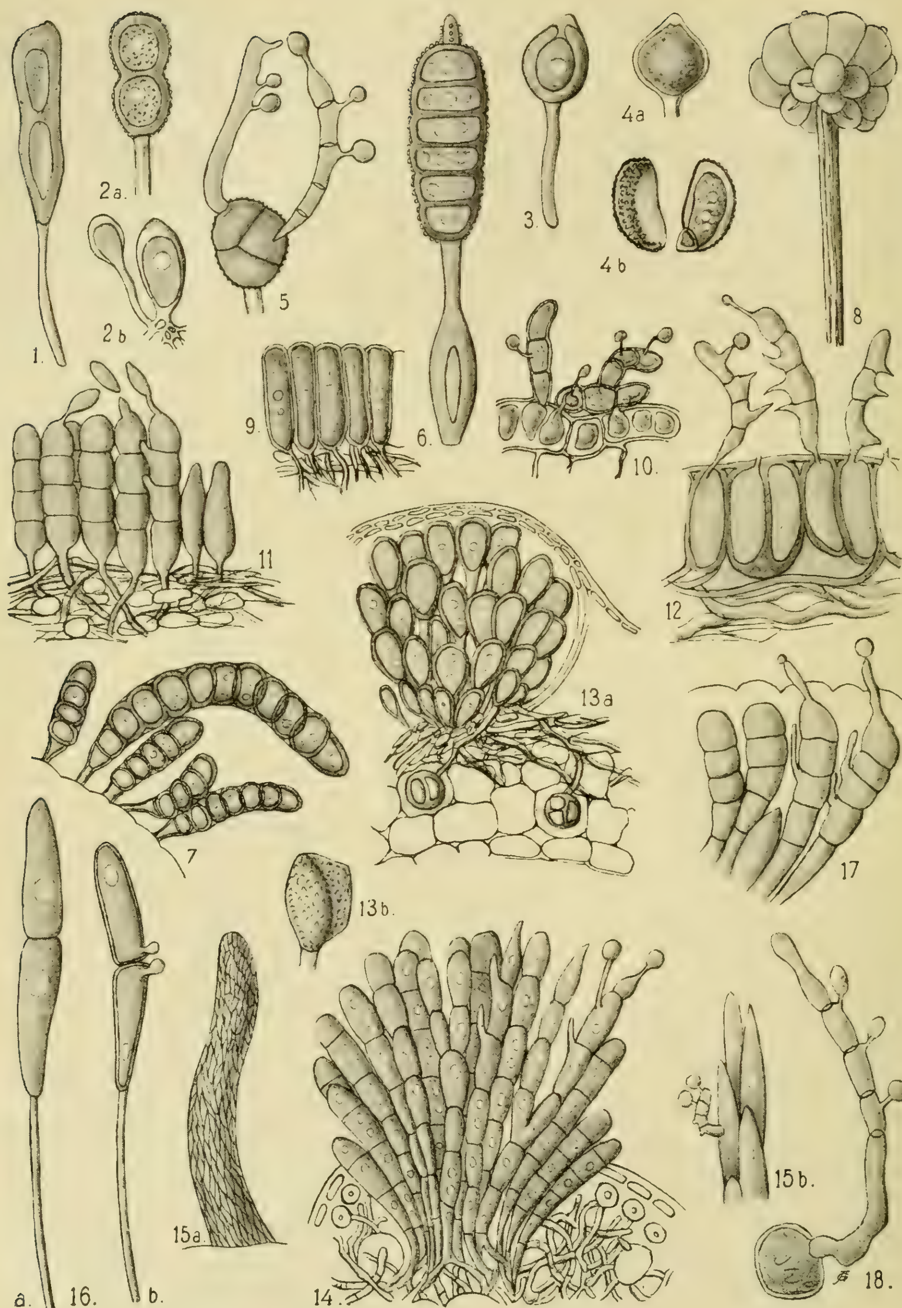


Fig. 49. Typen von Uredineen.

1 Puccinia Arenariae (Schum.) Schroet., Teleutospore. *2 P. Pruni* Pers., *a* Teleutospore, *b* Uredospore mit Paraphyse. *3 Uromyces Pisi* (Pers.) de By. Teleutospore. *4 Hemileia vastatrix* Berk. et Br., *a* Teleutospore, *b* Uredospore. *5 Triphragmium Ulmariae* (Schum.) Link, keimende Teleutospore. *6 Phragmidium subcorticium* (Schrank) Wint., Teleutospore. *7 Phragmidium carbonarium* (Schlecht.) Wint., Teleutosporen. *8 Ravenelia cassiicola* Atk., Teleutospore. *9 Melampsora Salicis* aut., Teleutosporen. *10 M. Caryophyllacearum*

(DC.) Schroet., keimende Teleutosporen. *11 Ochropsora Sorbi* (Oud.) Diet., keimende Teleutospore. *12 Pucciniastrum Goeppertianum* (Kühn) Kleb., keimende Teleutosporen. *13 Uredinopsis Struthiopteridis* Störm., *a* Teil eines Lagers mit einzelnen Teleutosporen in den Parenchymzellen, *b* einzellige Teleutospore. *14 Chrysomyxa Abietis* (Wallr.) Ung., Teleutosporen. *15 Cronartium Ribicola* Dietr., *a* Teleutosporensäulchen, *b* keimende Teleutospore. *16 Gymnosporangium clavariiforme* (Jacq.) Rees, *a* dünnwandige, *b* dickwandige Teleutospore. *17 Coleosporium Pulsatillae* (Str.) Fr., Keimende Teleutosporen. *18 Endophyllum Euphorbiae silvaticae* (DC.) Wint., Keimende Teleutospore. (*1—4, 12, 14* nach Delacroix, *5, 16* nach Tubeuf, *6, 9, 15* nach Rostrup, *7* nach Sorauer, *8, 11, 13* nach Dietel, *10* nach Magnus, *17* nach Klebahn, *18* nach Winter.)

man früher in Gärten sehr häufig Sadebäume anpflanzte und damit die Wechselwirkung beider Generationen unterstützte, hat man jetzt durch möglichste Entfernung des Juniperus aus der Nähe der Obstgärten bereits entschieden ein Nachlassen der Schädigungen bewirkt.

Durch Kulturversuche hat Plowright bewiesen, daſs auf dem Sadebaum noch eine zweite Art sich findet, *G. confusum* Plowr., deren Aecidien *Cydonia vulgaris*, *Crataegus Oxyacantha* und *Mespilus germanica*, seltener auch *Pirus communis* bewohnen (*Aecidium Mespili* DC.). Schaden wird durch diese Art nicht angerichtet.

Eine weitere schädliche Art ist *G. tremelloides* A. Braun mit den Teleutosporen auf *Juniperus communis* und den Aecidien auf *Pirus Malus*, *Sorbus Aria* und vielleicht noch anderen *Sorbus*-Arten. Die Zweigverdickungen und die Ausbildung der Teleutosporenlager beim Wachholder entsprechen ganz denen der vorigen Art; letztere treten auch in kleinen braunen Polstern an den Nadeln auf. Die von Wörnle genauer studierten anatomischen Veränderungen der Zweiggewebe zeigen geringe Verschiedenheiten von denen des *G. Sabinae*, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann. Die Wundverschlüsse der Lagernarben werden hier von den neu angelegten Lagern wieder durchbrochen, so daſs schlieſslich das anatomische Bild ein anderes wird. An den Apfelbaumblättern tritt dann die *Roestelia penicillata* auf, oft in sehr verheerender Ausdehnung, so daſs, wie Eriksson von Stockholm berichtet, kaum ein Apfelbaum ohne den Pilz gefunden wird. Da der Wacholder in vielen Gegenden mit Apfelkultur wild vorkommt, so wird sich nur schwer gegen den Schädling einschreiten lassen.

Auf *Juniperus communis* kommen noch zwei andere Arten vor, von denen *G. juniperinum* (L.) Wint. die Aecidien auf *Sorbus aucuparia* (*Roestelia cornuta* [Gmel.] Fr.), *G. clavariiforme* (*clavariaeforme*) (Jacq.) Reeſs (Fig. 49, *16*) auf *Crataegus*-Arten, Birne und *Amelanchier vulgaris* (*R. lacerata* [Sw.] Mérat) ausbildet. Die drei Wacholdergymnosporangien wurden früher vielfach miteinander verwechselt, bis erst Kulturversuche ihre Unterscheidung begründeten.

In Nordamerika kommen auf *Juniperus virginiana* mehrere Arten vor, deren Aecidienwirte durch Kulturversuche Thaxter's, Farlow's u. a. festgestellt sind. *G. globosum* Farl. gehört zu einer Roestelia auf dem Apfelbaum, *Crataegus*-Arten und *Sorbus americana*, *G. macropus* Lk. zu *Roestelia pirata* (Schwein.) Thaxt. auf *Pirus*, *Crataegus* und *Amelanchier canadensis*. Beide verursachen an den Zweigen holzige Kugelgallen, aus denen die Teleutosporenzapfen hervorbrechen. *G. nidus-avis* Thaxt. dagegen bringt an den Zweigen vogelnestartige Gallenbildungen hervor und gehört zu einer Roestelia auf *Amelanchier canadensis*.

Chamaecyparis sphaeroidea beherbergt *G. biseptatum* Ell. mit *Roestelia botryapites* Schwein. auf *Amelanchier canadensis* und *G. Ellisii* (Berk.) Farl., wozu vielleicht *R. transformans* Ell. auf *Pirus Malus* und *arbutifolia* gehört.

Endlich sei noch *G. japonicum* Sydow erwähnt, zu dem nach den

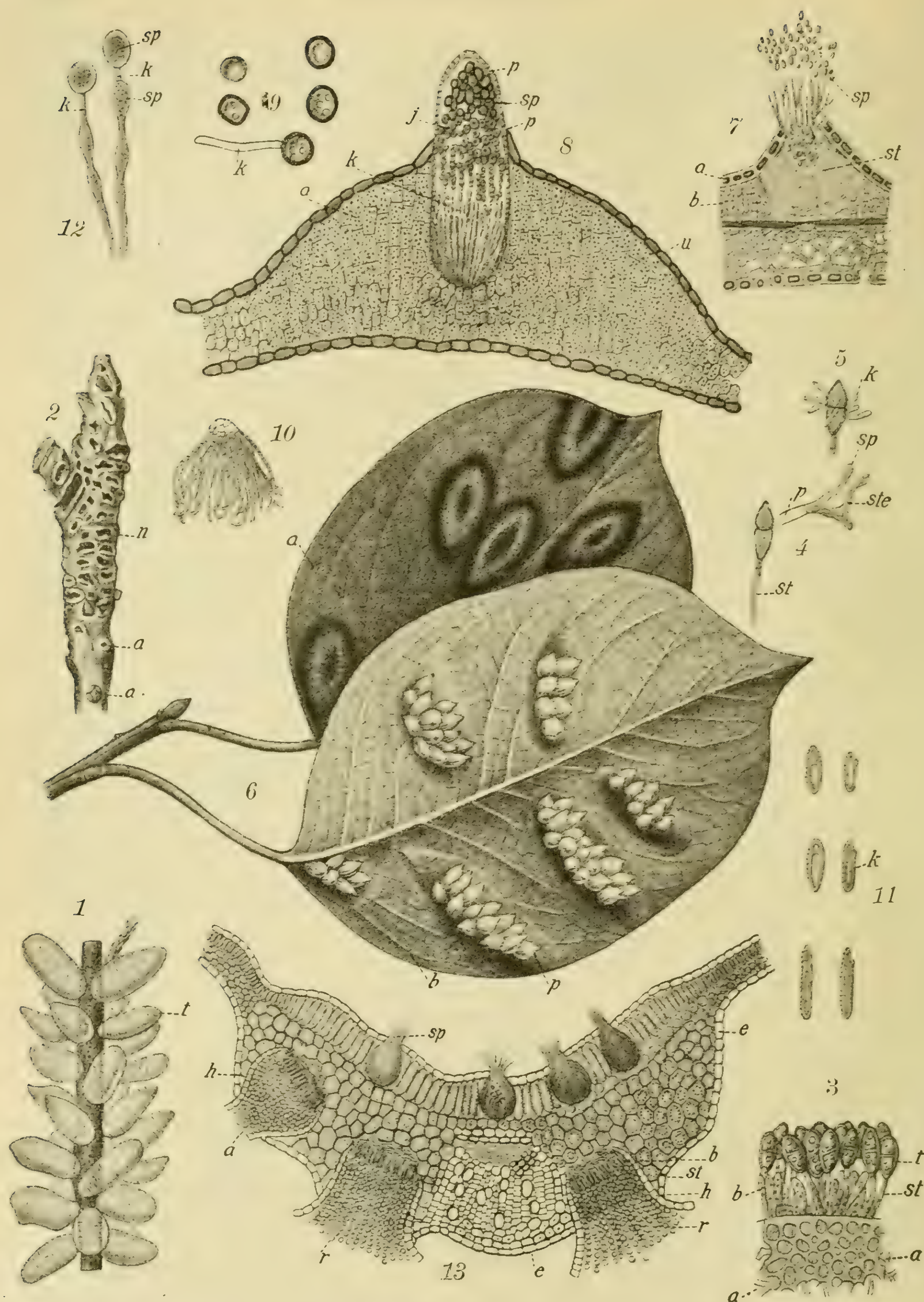


Fig. 50. Typen von Uredineen.

1—12 Gymnosporangium Sabinae (Dicks.) Wint. *1* Zweig von *Juniperus Sabina* mit den Teleutosporenlagern *t*. *2* Erkranktes Zweigstück mit den Narben *n* der Teleutosporenlager und Anlagen *a* von Adventivknospen. *3* Teleutosporenlager vor dem Aufquellen, *a* Mycel in der Rinde, *st* Stiele,

t Teleutosporen, *b* junge Anlagen. *4* keimende Teleutospore, *st* Stiel. *p* Basidie, *ste* Sterigma, *sp* Basidiospore. *5* Austritt der Basidien *k* zu den Keimporen der Teleutospore. *6* Birnenblatt, *a* oberseits die Pyknidenflecken zeigend, *b* unterseits die *Roestelia cancellata p* tragend. *7* Schnitt durch eine Pyknide, *a* Epidermis, *b* Palisadenparenchym, *st* Sterigmen, *sp* Konidien. *8* Becher der Roestelia *j*, *u* Unterseite des Blattes, *a* Stärkekörner, *p* Pseudoperidie, *sp* Sporenketten, *k* Zwischenstücke. *9* Aecidiensporen mit *k* Keimschlauch. *10* Kapuzenförmig sich abhebende Pseudoperidie. *11* Zellen aus der Pseudoperidie mit einer Innenleiste an der oberen Kante *k*, durch die eine Zelle über den unteren Rand der nächsthöher liegenden hinübergreift. *12* Aecidiensporenketten, *sp* Sporen, *k* Zwischenstücke. *13* Aecidien von *Puccinia graminis* auf einem Berberitzenblatt. *e* Epidermis, *sp* Pykniden, *a* Aecidienbecher, *h* Pseudoperidie, *r* Sporenketten, *b* Sterigmen, *st* stromatische Unterlage der Becher. (Alles nach Sorauer).

Versuchen von M. Shirai[1]) *Roestelia koreaensis* P. Henn. gehört. Die Teleutosporenformen kommen auf *Juniperus chinensis* in Japan häufig vor und erzeugen die Roestelia auf Birnblättern, wo sie neben dem *Fusicladium pirinum* bedeutenden Schaden anrichten.

Von grofser Wichtigkeit ist die Gattung *Hemileia* Berk. et Br. Aecidien wurden bisher nicht gefunden und die einzelligen Teleutosporen, die mit einer normalen Basidie auskeimen, scheinen sehr selten ausgebildet zu werden. Dagegen kommen die Uredosporen sehr reichlich zur Entwicklung. Sie entstehen einzeln an der Spitze dünner Hyphen, die büschelförmig zu einer Spaltöffnung hervorbrechen. Ihre Gestalt ist etwa nierenförmig, bisweilen aber sind sie auf einer Seite etwas kantig, so dafs ihre Form dann etwa einem Apfelsinenkeilchen gleichkommt; auf der gebogenen Seite stehen derbe Warzen, auf der flachen zeigen sie keine Skulptur. Die schädlichste Art ist *H. vastatrix* Berk. et Br. (Fig. 49, *4*), welche auf den Blättern des Kaffeebaumes lebt und der Kaffeekultur in vielen Ländern unheilbare Wunden geschlagen hat. Das Mycel des Pilzes durchzieht die Intercellularen der parenchymatischen Teile des Blattgewebes und ist durch seine dicken Hyphen, in denen sich hier und da rote Öltröpfchen befinden, sehr auffällig. In das Zellinnere sendet es kuglige Haustorien. Nach den Spaltöffnungen zu findet eine Anhäufung des Mycels statt, in der Atemhöhle entsteht ein kleiner paraplectenchymatischer Gewebekörper, aus dem zu einem Säulchen vereinigt dünnere Fäden durch die Spalte emporwachsen, um aufserhalb derselben dann an ihrer Spitze je eine Uredospore hervorzubringen. Die reifen Uredosporen fallen leicht ab und werden durch den Wind verweht. Das kranke Blatt zeigt anfangs oberseits kaum eine Veränderung, dagegen unterseitig zuerst bleiche, später nach dem Absterben des Gewebes braune unregelmäfsige, oft grofse Flächen einnehmende Flecken, auf denen wie feiner Staub die Uredosporen sitzen. Die Blätter gehen nach kurzer Zeit zugrunde und fallen ab. Der Baum treibt zwar sofort wieder neue Blätter aus, aber diese werden wieder befallen, und nach mehrmaliger Wiederholung dieses Spieles gehen die Bäume an Erschöpfung zugrunde. Bei der leichten Übertragbarkeit der Sporen ist es verständlich, wenn die Pflanzungen in grofsem Umfange von dem Schädling ergriffen werden.

Die Krankheit wurde zuerst 1869 auf Ceylon beobachtet und vernichtete dort in einigen Jahrzehnten die blühende Kaffeekultur dieser Insel. Man hat den Schaden, der allein auf Ceylon bis zum Jahre 1880 angerichtet worden ist, auf 12—15 Millionen Pfund Sterling geschätzt. Da der Pilz trotz aller Mafsregeln nicht auszurotten war, so ist man zur Teekultur übergegangen und hat den Kaffeebau aufgegeben. Mit grofser Schnelligkeit dehnte sich das Areal der Krankheit aus, 1876 kommen die ersten Meldungen von Sumatra, 1879 von Java. 1880 wütet

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. X, 1900, S. 1.

der Pilz auf den Fidschi- und Samoainseln, 1884 wird er in Natal gefunden. Auch in den neu angelegten Kaffeeplantagen Ostafrikas ist er seit 1894 festgestellt, dagegen sind Westafrika und Amerika, mit alleiniger Ausnahme von Guatemala, bisher verschont geblieben. Wenn sich auch, wie wir es oft bei solchen Pilzepidemien sehen können, die erste Wut der Krankheit entschieden gelegt hat, so bleibt doch die Hemileia ein ganz gefährlicher Feind des Kaffeebaumes, und die Bekämpfung mufs deshalb mit aller Umsicht und Energie durchgeführt werden. Augenscheinlich sind wir über den Entwicklungsgang des Pilzes noch nicht vollständig unterrichtet, und wir können deshalb keine Erklärung für sein explosives Auftreten geben. Vorläufig können wir darüber nur die Vermutung äufsern, dafs nämlich die bisher unbekannten Aecidien auf einer anderen Wirtspflanze vorkommen, oder dafs der Pilz auch auf wildwachsenden Pflanzen vorkommt. Die erstere Möglichkeit kann zwar nicht geleugnet werden, aber bisher war alles Suchen nach dem unbekannten Aecidium vergebens. Dagegen ist es erwiesen, dafs Hemileia in Ostafrika auf wildwachsenden Coffea-Arten und auf Java auf anderen Rubiaceen, z. B. Gardenia-Arten, vorkommt. Dafs dadurch die Bekämpfung bedeutend erschwert wird, ist leicht einzusehen. Für unser ostafrikanisches Kaffeeland Usambara erscheinen danach die Aussichten auf eine Rentabilität des Kaffeebaues nicht besonders glänzend, wenn auch bisher nennenswerter Schaden nicht angerichtet wurde. Als erste Mafsregel empfiehlt sich daher die Vernichtung der wildwachsenden Hemileia-Arten, soweit dies im Urwalde eben tunlich ist.

Viel mehr Aussicht auf Erfolg hat aber die Wahl der Kaffeeart. Die echte *Coffea arabica* ist nämlich gegen den Pilz nicht immun, wohl aber *C. liberica*. Deshalb mufs der Anbau der letzteren Art empfohlen werden. Dafs die Sporen des Pilzes durch den Wind verbreitet werden, hat man schon allein aus dem Umstande geschlossen, dafs die Krankheit sich in der Richtung des herrschenden Windes ausbreitet. Es erscheint deshalb entschieden empfehlenswert, die Plantagen in eine gröfsere Anzahl von Parzellen zu zerlegen, die durch Waldstreifen voneinander getrennt sind. Da die Sporen der Uredineen selbst schmale Waldpartien nicht zu durchdringen vermögen, so würde beim Aufflackern der Epidemie dadurch wenigstens der gröfsere Teil der Plantage gerettet werden können. Endlich hat Sadebeck noch vorgeschlagen, die infizierten Blätter zu vernichten (oder wie er sagt zu desinfizieren) und mit Bordeauxbrühe die Bäumchen und das Erdreich zu bespritzen. Dafs das Verbrennen der Blätter Erfolg bringen wird, ist verständlich, wenn wir auch noch nicht näher wissen, ob nicht bisweilen Mycel in den jungen Trieben persistiert; die Anwendung der Bordeauxbrühe aber erscheint unter den tropischen Klimabedingungen kaum aussichtsvoll. In neuerer Zeit hat man auch Gründüngung der Plantagen empfohlen [1]).

Eine nahe verwandte zweite Art, *H. Woodii* Kalchbr. et Cke., ist in Ostafrika auf *Vanguieria edulis* einheimisch.

Die nächste Gattung, *Uromyces* Link, ist sehr artenreich und enthält eine ganze Anzahl von Parasiten. Die Aecidien besitzen die typische schüsselförmige Gestalt, sind mit Pseudoperidie versehen und produzieren die typischen, warzigen, porenlosen Aecidiensporen. Die Uredosporen werden in nackten Lagern einzeln auf Stielen gebildet.

---

[1]) Tropenpflanzer II S. 98.

Die einzelligen Teleutosporen sehen ganz ähnlich aus, unterscheiden sich aber durch den einzigen scheitelständigen Porus von den mit mehreren Poren versehenen Uredosporen. Die Keimung der Teleutosporen erfolgt in der bekannten Art, die Basidiosporen sind fast nierenförmig. Pykniden sind vorhanden. Um die Gattung in Sektionen zerteilen zu können, hat man ebenso wie auch später bei *Puccinia* versucht, das Vorhandensein der verschiedenen Fruchtformen zugrunde zu legen. Man hat aber diesen SCHROETERschen Vorschlag jetzt wieder verlassen, da es sich gezeigt hat, dafs durch diese Sektionsbildung keinerlei natürliche Verwandtschaften umschrieben werden, sondern dafs dadurch im Gegenteil verwandte Arten weit auseinander gerissen werden. Für unsere Zwecke ist aber diese Einteilung ganz geeignet, und sie sei deshalb hier kurz angeführt. Man bezeichnet als *Euuromyces* die Arten, welche Aecidien, Uredo- und Teleutosporen haben, als *Uromycopsis* die mit Aecidien und Teleutosporen, als *Brachyuromyces* die mit Pykniden, Uredo- und Teleutosporen, als *Hemiuromyces* die mit Uredo- und Teleutosporen, die nur Teleutosporen führenden Arten, als *Microuromyces*, wenn dieselben nach der Winterruhe, als *Leptouromyces*, wenn dieselben sofort erscheinen.

Von *Euuromyces* wäre von autöcischen Arten zuerst zu nennen *U. appendiculatus* (Pers.) Lév. auf *Phaseolus*-Arten. Die Aecidien bilden kleine ringförmige Gruppen, die Sporen sind weifs. Die Uredolager bestehen aus zimmetfarbenen, staubigen Häufchen, während die Teleutosporen zu schwarzbraunen, leicht ablösbaren Lagern zusammentreten. Der Pilz ist sehr weit verbreitet und schädigt bei reichlichem Befall gewifs den Ansatz der Bohnen. Auf *Vicia Faba* und verwandten Leguminosen kommt *U. Fabae* (Pers.) de By. vor, der sich durch feste, schwarze Teleutosporenpolster unterscheidet. *Vicia hirsuta* wird von *U. Ervi* (Wallr.) Plowr. bewohnt; Aecidien und die übrigen Fruchtformen finden sich während der ganzen Vegetationsperiode nebeneinander auf den Blättern. Auf Kleearten beobachtet man häufig *U. Trifolii* (Hedw.) Lév., der die Aecidien an den Blättern in kleinen gelben Flecken bildet, während er an den Stielen und Blattrippen von *Trifolium repens* und *incarnatum* Krümmungen und gallenartige Verdickungen erzeugt, auf denen die Becherchen sitzen. *U. Betae* (Pers.) Tul. erregt den Rost der Runkel- und Zuckerrüben, ohne aber wesentlichen Schaden zu stiften. Auf andere autöcische Arten, die wildlebende Pflanzen befallen, will ich nicht weiter eingehen, dagegen beanspruchen noch einige heteröcische Arten dieser Sektion Beachtung. *U. Pisi* (Pers.) de By. bringt Uredo- und Teleutosporen (Fig. 49, *3*) auf *Vicia*, *Lathyrus* und besonders auf *Pisum sativum* zur Entwicklung, während die Aecidien auf *Euphorbia*-Arten, am häufigsten auf *E. Cyparissias* sich finden. Die Euphorbiastengel werden in auffälliger Weise von dem Mycel deformiert, indem die erkrankten Stengel viel höher als die gesunden emporschiefsen und unverzweigt bleiben; die Blätter sind dicker und fleischiger, und zur Ausbildung von Blüten kommt es nur selten. Das Mycel perenniert im Rhizom und befällt alljährlich die jungen Schosse. Die Aecidienbecher stehen in zierlicher Anordnung meist nur auf der Blattunterseite. Auf den angegebenen Leguminosen kommen dann die übrigen Fruchtformen in Form von rotbraunen und schwarzen kleinen Häufchen zur Ausbildung. Auf den Erbsen richtet der Pilz bisweilen einigen Schaden an, weshalb sich vielleicht die Ausrottung der Wolfsmilchbüsche in der Nähe der Felder

empfehlen dürfte. Während die Teleutosporen dieser Art nur fein punktiert sind, besitzt *U. striatus* Schroet. strichartig gestreifte Teleutosporen. Die Aecidiengeneration kommt auf denselben *Euphorbia*-Arten vor, deformiert aber die Pflanzen in weniger auffälliger Weise. Die Nährpflanzen der übrigen Fruchtformen sind hauptsächlich Arten der Gattungen *Medicago, Onobrychis, Trifolium,* auch *Vicia* u. a. Auf Gramineen kommen einige Arten mit ihren Uredo- und Teleutosporen vor, während die Aecidien auf Ranunculaceen wohnen, so *U. Dactylidis* Otth auf *Dactylis glomerata* mit den Aecidien auf *Ranunculus*-Arten, *U. Poae* Rabenh. auf *Poa*-Arten mit den Aecidien auf *Ficaria*- und *Ranunculus*-Arten. Auf *Scirpus maritimus* finden sich mehrere spezialisierte Arten, die man früher als *U. lineolatus* zusammenfaſste und deren Aecidien auf *Hippuris, Glaux, Pastinaca* usw. zur Entwicklung gelangen.

Von der Sektion *Uromycopsis* wäre *U. minor* Schroet. zu erwähnen, dessen Aecidien und Teleutosporen auf *Trifolium montanum* gefunden werden. *U. Scrophulariae* (DC.) Berk. et Br. wächst auf *Scrophularia* und *Verbascum*, *U. Behenis* (DC.) Ung. auf *Silene Otites* und anderen Arten. *U. Erythronii* (DC.) Pass. findet sich zwar in der Regel nur auf wildwachsenden Liliaceen, kann aber auch gelegentlich auf kultiviertes *Lilium candidum* übergehen und die infizierten Pflanzen zugrunde richten.

In die Sektion *Brachyuromyces* gehören einige Arten, wie *U. Terebinthi* (DC.) Wint. auf *Pistacia*-Arten und *U. brevipes* (Berk. et Rav.) Diet. auf *Rhus Toxicodendron*, die man auch als Gattung *Pileolaria* abgetrennt hat auf Grund ihres besonderen Baues der Pykniden. Diese entstehen unter der Cuticula und sind unten abgeflacht.

Die Sektion *Hemiuromyces* besitzt einige bekannte Arten. So kommt auf *Glycyrrhiza* im Mittelmeergebiet häufig *U. Glycyrrhizae* (Rabenh.) Magn. vor, dessen Mycel die jungen Sprossen durchwächst und die Unterseiten der Blätter mit den Sporenlagern bedeckt. *U. Ficariae* Schum. auf *Ficaria verna* ist sehr häufig, ebenso *U. scutellatus* (Schroet.) Lév., dessen Uredo- und Teleutosporen nebeneinander auf *Euphorbia Cyparissias* und anderen Arten vorkommen. Die Pflanzen werden durch das im Rhizom perennierende Mycel infiziert, verändern sich aber bei weitem nicht so auffällig im Habitus, wie es bei den oben genannten Aecidienarten der Fall ist. *U. Genistae tinctoriae* (Pers.) Wint. findet sich auf Leguminosensträuchern sowie *Colutea, Cytisus, Sarothamnus, Genista* und anderen.

Die Sektion *Microuromyces* beherbergt den *U. Scillarum* (Grev.) Wint. auf Arten der Gattungen *Scilla* und *Muscari*. Bemerkenswert ist der australische *U. Tepperianus* Sacc. auf *Acacia*-Arten; an den Zweigen werden von ihm häufig starke Verkrümmungen und krebsartige Wucherungen erzeugt, unter deren Periderm die Teleutosporenmassen entstehen. Unter ihrem Druck wird die deckende Lage losgesprengt, und die Sporen werden frei.

Endlich sei von der Sektion *Leptouromyces*, die vorwiegend tropische Arten enthält, *U. pallidis* Niessl genannt, der auf *Cytisus*-Arten in Europa vorkommt.

Die bekannteste aller Rostpilzgattungen ist *Puccinia* Pers., deren Unterschied gegen Uromyces hauptsächlich auf der Zweizelligkeit der Teleutosporen beruht. Man kennt gegenwärtig schon über 1200 Arten, und täglich werden neue gefunden; denn die Gattung hat eine ganz erstaunliche Anpassungsfähigkeit und kommt fast auf allen höheren Pflanzen vor. Trotz des einfachen Aufbaues findet man eine sehr

grofse Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Sporen. Man hat auf Grund gewisser Merkmale versucht, einige Arten als besondere Gattungen herauszuheben (z. B. *Rostrupia*, *Diorchidium*, *Uropyxis*), indessen wird die Berechtigung ihrer Aufstellung von vielen Seiten bestritten.

Von den autöcischen Arten der Sektion *Eupuccinia* befallen mehrere Nutzpflanzen und verdienen deshalb Beachtung. Der Spargelrost, *P. Asparagi* DC., tritt auf der Spargelpflanze auf und bildet die Pykniden und Aecidien an dunkelgelben Flecken auf dem Stengel aus. Uredo- und Teleutosporenlager entstehen dagegen in kleinen, festen, schwarzbraunen Polsterchen, die häufig zu gröfseren Verbänden zusammentreten. Der Pilz ist in Europa heimisch und stiftet unter Umständen einen grofsen Schaden an, indem er das vorzeitige Absterben des Spargellaubes verursacht und damit das Rhizom schwächt. Zu einer viel gröfseren Kalamität hat sich aber der Spargelrost in Nordamerika entwickelt, nachdem er dorthin verschleppt worden ist. Bei der riesenhaften Ausdehnung der Spargelplantagen kann es nicht wundernehmen, wenn ein solcher Schädling stark um sich greift. Infolgedessen haben die amerikanischen Phytopathologen[1]) dieser Krankheit erhöhte Beachtung geschenkt; ein durchgreifender Erfolg scheint aber noch nicht erzielt worden zu sein. Besonders bemerkenswert ist die Beobachtung, dafs sich nicht alle Sorten gleich empfänglich gegen den Pilz zeigen, und dafs ferner auf trockenen, sandigen Böden die Krankheit viel stärker wütet als in feuchteren Lagen. Danach würde also neben der Auswahl der Sorte für die Verhütung eine reichliche Bewässerung notwendig sein. Aufserdem empfiehlt es sich, die aecidientragenden Zweige im Frühjahr und das trockene Kraut, auf dem die Teleutosporen sitzen, im Herbst zu verbrennen. Auch die Anwendung von Fungiciden unterstützt die Vernichtung der Sporen. Ob das Verbrennen des Krautes viel nützen kann, darüber kann man verschiedener Meinung sein; bei der Zerbrechlichkeit des Krautes werden so viel Sporen zu Boden fallen, dafs im nächsten Jahre doch noch reichliches Infektionsmaterial vorhanden ist. Es müfste also gleichzeitig auch eine Desinfektion des Bodens vorgenommen werden, der sich aber viele Schwierigkeiten entgegenstellen dürften. — Umgekehrt hat sich *P. Helianthi* Schwein. von Amerika nach Europa mit der Sonnenrosenzucht (*Helianthus annuus*) verbreitet. Während sie in ihrer Heimat auch auf *Helianthus tuberosus* und anderen Arten vorkommt, tritt sie in Europa ausschliefslich auf der Sonnenrose auf und richtet in den Anbaugegenden dieser Pflanze (z. B. in Rufsland) beträchtlichen Schaden an. Die Aecidien bilden gröfsere Flecken, die kastanienbraunen Uredolager und die etwas dunkleren Teleutosporenlager stehen in kleinen Polstern über der Blattunterseite zerstreut. — Auf *Allium*-Arten, besonders auch auf den kultivierten *Allium Cepa*, *fistulosum*, *Schoenoprasum*, *sativum*, *Porrum*, wächst *P. Porri* (Sow.) Wint. Die Aecidien stehen auf bleichen Flecken der Blätter oder der Blütenschafte; die Uredosporen entstehen auf kleinen, oft reihenweise angeordneten Lagern, die durch die später aufreifsende Epidermis anfangs bedeckt werden. Auffälligerweise sind unter den zweizelligen normalen Teleutosporen sehr häufig einzellige vorhanden, die wie solche eines Uromyces aussehen. Da die Produktion der Uredolager während des ganzen Sommers erfolgt, so kommt es häufig vor, dafs die Blätter, z. B.

[1]) cfr. J. C. Arthur, The asparagus Rust in 13. Ann. Rep. Indiana Agric. Exp. Stat. for 1899/1900. Febr. 1901.

vom Schnittlauch, für den Genufs unverwendbar werden. — Die Sellerieblätter werden von *P. Apii* (Wallr.) Cda. häufig befallen, und die kleinen Uredo- und Teleutosporenhäufchen bedecken in grofser Zahl die Unterseite der Blätter, ohne wohl aber gröfseren Schaden anzurichten. — Auf wilden *Mentha*-Arten, wie auch auf kultivierter Pfefferminze, kommt *P. Menthae* Pers. vor; die Aecidien erzeugen häufig Verkrümmungen oder gallenartige Auftreibungen an den Stengeln, wie es häufig bei Aecidien vorkommt, während die Teleutosporen in Form dunkelbrauner halbkugliger Polster auf der Blattunterseite sitzen. — *P. Violae* (Schum.) DC. befällt wilde *Viola*-Arten, wie auch die kultivierten wohlriechenden Veilchen, und schädigt die Pflanzen durch allerlei Deformationen, die sie an den einzelnen Teilen hervorruft. — Auf *Lactuca*-Arten sowie besonders häufig auf *Prenanthes* und *Mulgedium* findet sich *P. Prenanthis* (Pers.) Fuck. mit ihren kleinen punktförmigen Teleutosporenlagern. — Von bekannteren Arten auf wildwachsenden Pflanzen seien nur genannt *P. Galii* (Pers.) Schwein. auf *Galium*- und *Asperula*-Arten, *P. Convolvuli* (Pers.) Cast. auf *Convolvulus*, *P. Primulae* (DC.) Duby auf *Primula*, *P. Soldanellae* (DC.) Fuck. auf *Soldanella* und viele andere.

Unter den heteröcischen Spezies dieser Sektion nehmen den hervorragendsten Platz die Getreideroste ein. Bei der grofsen Wichtigkeit dieser Pilze und den vielerlei Fragen, die sich an ihr Studium knüpfen, ziehe ich es vor, ihre Behandlung einem besonderen Kapitel vorzubehalten, das am Schlusse der Rostpilze folgen soll. Es werden uns deshalb hier nur die übrigen wirtswechselnden Formen beschäftigen. Die meisten von denjenigen Arten, deren Teleutosporen Gramineen bewohnen, fafste man früher als *P. graminis* im weitesten Sinne zusammen, bis die Kulturversuche des letzten Jahrzehntes, die übrigens noch lange nicht zum Abschlufs gekommen sind, zeigten, dafs sich aufser den später zu behandelnden Getreiderosten noch eine grofse Anzahl von Gramineen bewohnenden Puccinien unterscheiden liefs, die alle ihre besonderen Aecidienwirte haben. Wie weit es sich hier um „gute" Arten oder nur um spezialisierte Arten oder gar um Gewohnheitsrassen im Sinne von Magnus handelt, darüber wissen wir nur in den wenigsten Fällen Sicheres; die Entscheidung darüber hat die spätere Forschung zu fällen. Es kann deshalb hier nur meine Aufgabe sein, die Arten so zu umgrenzen, wie sie in Klebahn's vortrefflichem Werke dargestellt sind; gleichzeitig verweise ich wegen aller historischen und kulturellen Einzelheiten, die über den Rahmen dieses Handbuches weit hinausgehen würden, auf das erwähnte Buch.

Der Habitus aller Graspuccinien ist ein sehr einförmiger. Die Uredolager bilden meist rotgelbe Häufchen, die bisweilen durch Zusammenfliefsen eine gröfsere Ausdehnung erlangen; oft sind die Flecken noch in einiger Entfernung rötlich umrandet, damit anzeigend, dafs das Mycel nur eine eng umschriebene Stelle des Gewebes einnimmt. Meistens werden die Uredosporen in denselben Lagern von den Teleutosporen abgelöst; doch entstehen sie auch an besonderen Stellen; sie bilden braune bis tiefschwarze, meist harte punktförmige oder strichförmige Lager, die manchmal zu gröfseren Komplexen zusammenfliefsen. Stets sind die Lager nackt und höchstens in der Jugend mit Fetzen der zerrissenen Epidermis umgeben. Die Teleutosporen keimen erst im Frühjahr in der bekannten Art aus, und ihre Basidiosporen infizieren nun den Aecidienwirt. Von weiter verbreiteten und deshalb allgemeiner

bekannten Spezies seien die folgenden genannt. Auf *Phragmites communis* leben *P. Phragmitis* (Schum.) Körn. mit den Aecidien auf *Rumex*-Arten und *Rheum officinale*, *P. Magnusiana* Körn. mit den Aecidien auf *Ranunculus repens* und *bulbosus*, *P. obtusata* Otth mit den Aecidien auf *Ligustrum vulgare* u. a. Eine Gruppe von verwandten Arten bilden diejenigen, deren Aecidien auf Monocotyledonen und deren Teleutosporen auf *Phalaris arundinacea* vorkommen, so *P. Allii-Phalaridis* Kleb. mit den Aecidien auf *Allium ursinum*, *P. Ari-Phalaridis* (Plowr.) Kleb. mit den Aecidien auf *Arum maculatum*, *P. Convallaria-Digraphidis* (Sopp.) Kleb. mit den Aecidien auf *Convallaria majalis*, *P. Smilacearum-Digraphidis* mit den Aecidien auf *Polygonatum multiflorum*, *P. Paridis-Digraphidis* (Plowr.) Kleb. mit den Aecidien auf *Paris quadrifolia*, *P. Schmidtiana* Diet. mit den Aecidien auf *Leucojum vernum*, *P. Orchidearum-Phalaridis* Kleb. mit den Aecidien auf *Orchis*, *Platanthera* und *Listera*; morphologisch sind diese Arten nicht zu unterscheiden; wir scheinen es hier mit Formen zu tun zu haben, die sich jetzt erst allmählich als selbständige herausentwickeln, aber noch nicht vollständig fixiert sind. Das geht daraus hervor, dafs eine Form bisweilen auch die Aecidienwirte der anderen noch infiziert, aber nicht mehr imstande ist, in ihnen reife Aecidien zu bilden. Auf *Arrhenatherum elatius* kommt *P. Arrhenatheri* (Kleb.) Erikss. vor, zu der das *Aecidium magelhaenicum* auf der Berberitze gehört; im Gegensatz zu den blattbewohnenden Aecidien von *P. graminis* bildet jenes Hexenbesen an den Zweigen und besitzt ein perennierendes Mycel. Auf *Alopecurus pratensis* findet sich *P. perplexans* Plowr. mit dem Aecidienwirt *Ranunculus acer*. *Agrostis alba* beherbergt *P. Agrostis* Plowr. mit den Aecidien auf *Aquilegia vulgaris* und *alpina*. Auf *Stipa capillata* findet sich *P. Stipae*, die aber nach den Aecidienwirten auf *Thymus* und *Salvia silvestris* in zwei Arten zerlegt werden mufs. Auf *Agropyrum repens* kommt *P. persistens* Plowr. vor mit den Aecidien auf *Thalictrum*-Arten. *P. Festucae* Plowr. auf *Festuca ovina* steht mit den Aecidien auf *Lonicera Periclymenum* im Zusammenhang. Diese Angaben mögen genügen, um einen Begriff von der Mannigfaltigkeit der heteröcischen Gramineenpuccinien zu geben.

Von gleicher Formenfülle erweisen sich die *Carex*-Roste, die früher alle unter *P. Caricis* zusammengefafst wurden. Klebahn zählt als vorläufig unterscheidbar über 30 Arten auf. Am bekanntesten ist *P. Caricis* (Schum.) Rebent. auf mehreren *Carex*-Arten (besonders *C. hirta*), die ihre Aecidien auf *Urtica dioica* hervorbringt. Wenn die Aecidien, die in ausgedehnten rotgelben Lagern nebeneinander stehen, den Stengel, Blattstiel oder Blattrippe einnehmen, so erzeugen sie auffällige gallenartige Anschwellungen oder Verkrümmungen. *P. Pringsheimiana* Kleb. kommt auf *Carex Goodenoughii*, *acuta* und anderen Arten, häufig mit der vorigen vermischt, vor und infiziert die Stachelbeere. Das Stachelbeeraecidium macht sich häufig sehr lästig, wenn es aufser den Blättern auch die jungen Früchte stark befällt. Diese fallen dadurch frühzeitig ab und gelangen also nicht zur Reife. *P. Ribis nigri-Acutae* Kleb. auf *Carex acuta* infiziert *Ribes nigrum* (auch *R. aureum*, *alpinum* usw.). *P. Magnusii* Kleb. auf *Carex riparia* (nicht *C. acuta*) infiziert nur *R. nigrum*. Aufserdem sind durch Klebahn noch zwei andere Arten mit Ribesaecidien unterschieden worden. Als *P. silvatica* Schroet. wurde eine Art auf *Carex brizoides* mit Aecidien auf *Taraxacum officinale* bezeichnet; ihr Formenkreis ist noch nicht genügend erforscht. *P. Schoeleriana* Plowr. et Magn. auf *Carex arenaria* mit Aecidien auf *Senecio Jacobaea*,

P. Serratulae-Caricis Kleb. auf *Carex flava* mit Aecidien auf *Serratula tinctoria* usf.

Von anderen Nährpflanzen erwähne ich: *P. Scirpi* DC. auf *Scirpus lacustris* mit Aecidien auf *Limnanthemum nymphaeoides*, *P. argentata* (Schultz) Wint. auf *Impatiens nolitangere* mit den Aecidien auf *Adoxa moschatellina*. *Polygonum Bistorta* beherbergt zwei Arten, *P. Conopodii-Bistortae* Kleb. und *P. Angelicae-Bistortae* Kleb. mit den Aecidien auf *Conopodium denudatum* bezw. *Angelica silvestris*; andere *Polygonum*-Arten besitzen ebenfalls Puccinien, die mit Umbelliferenaecidien im Zusammenhang stehen.

Von der Sektion *Pucciniopsis* ist nur *P. Tragopogonis* (Pers.) Corda zu erwähnen, welche *Tragopogon* und *Scorzonera* befällt. Die Aecidienmycelien durchziehen ganze Schosse, die dadurch bleicher und langwüchsiger werden als die normalen.

In der Sektion *Brachypuccinia* werden vielfach durch die Uredogeneration im Verein mit den Pykniden Deformationen an den Nährpflanzen hervorgerufen, die sonst nur von dem Aecidienmycel erzeugt werden. So wächst auf Umbelliferen die *P. bullata* (Pers.) Schroet. und ruft an ihren Blättern und Stielen schwielenartige Anschwellungen hervor. Häufig geht sie auf kultivierte Doldengewächse, wie Petersilie, Dill, Sellerie, Kümmel usw., über und beeinträchtigt die Ausbildung der Pflanzen. Sehr bekannt ist auch *P. suaveolens* (Pers.) Rostr., deren Mycel die gesamten Pflanzen von *Cirsium arvense* durchzieht und sie nicht zum Blühen kommen läfst. Auf der Unterseite der Blätter entwickeln sich in grofsen Mengen zuerst die rötlichen Pykniden, welche einen auffälligen süfslichen Geruch aussenden, und darauf die hellbraunen Uredohäufchen, zwischen denen zuletzt nur wenige Teleutosporen ausgebildet werden. Auf vielen Kompositen kommen nahe verwandte Arten vor, die früher als *P. Hieracii* (Schum.) Mart. zusammengefafst wurden; über ihre Trennung voneinander verweise ich auf die Arbeit von Jacky[1]).

Die Sektion *Hemipuccinia* enthält mehrere wichtigere Arten. *P. Pruni* Pers. (Fig. 49, *2*) ist in Europa, Nordamerika und Australien nicht selten auf *Prunus*-Arten, Pfirsichen und Mandeln anzutreffen und entwickelt auf der Unterseite der Blätter die dunkelbraunen, pulverigen Sporenlager. In Kalifornien richtet der Pilz auf den Fruchtbäumen recht beträchtlichen Schaden an, wenn er frühzeitig im Jahre auftritt. Die befallenen Blätter zeigen gelbliche oder rötliche Flecken, auf denen unterseits die Sporen erscheinen. Man hat die prophylaktische Anwendung von Spritzmitteln versucht und damit Erfolge erzielt. Auf Kirschen und Schlehen allein, nur selten auf Zwetschen, findet sich in Südeuropa *P. Cerasi* Ces. Sorghum und Mais werden von *P. Sorghi* Schwein. bewohnt, *Andropogon Sorghum* wird in den Tropen von *P. purpurea* Cooke geschädigt. Auf kultivierten *Allium*-Arten kommt *P. Allii* (DC.) Rud. vor. Von anderen Nutz- oder Gartenpflanzen werden Buchweizen von *P. Fagopyri* Barcl., *Carthamus tinctorius* von *P. Carthami* Corda, Iris-Arten von *P. Iridis* (DC.) Duby, *Cichorium Endivia* von *P. Cichorii* Pass. usw. befallen. Besondere Beachtung verdient der Chrysanthemumrost[2]), *P. Chrysanthemi* Roze, der in Japan auf *Chrysanthemum indicum* einheimisch ist. Mit den kulti-

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. IX, 1899, S. 193.
[2]) Vergl. darüber Jacky in Zeitschr. f. Pflanzenkr. X, 1900, S. 132.

Lieferung 11. (Zweiter Band, Bog. 24—28.) Preis: 3 Mark.

Handbuch

der

Pflanzenkrankheiten

von

Prof. Dr. Paul Sorauer.

Dritte, vollständig neubearbeitete Auflage

in Gemeinschaft mit

Prof. Dr. G. Lindau,
Privatdozent an der Universität Berlin

und

Dr. L. Reh,
Assistent am Naturhistor. Museum in Hamburg

herausgegeben

von

Prof. Dr. P. Sorauer,
Berlin.



Mit zahlreichen Textabbildungen.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1906.

Erscheint in 16—18 Lieferungen à 3 Mark.

vierten Chrysanthemen wurde er vor etwa zehn Jahren nach England verschleppt und breitete sich bald auch über die Gewächshäuser des Kontinents aus. Der Pilz entwickelt auf der Unterseite der Blätter, die dadurch oft bald absterben, gelbliche oder mifsfarbige, sich schnell vergröfsernde Flecken, auf denen die Uredosporen das ganze Jahr hindurch entstehen. Während die Teleutosporen in der Heimat in eigenen Lagern regelmäfsig auftreten, wurden sie in Europa bisher nur sehr selten vereinzelt zwischen den Uredosporen gefunden.

Zur Sektion *Micropuccinia* gehört die bekannte *P. fusca* (Relh.) Wint., die besonders auf *Anemone nemorosa* vorkommt. Die befallenen Blätter zeigen eine auffällige Verlängerung des Stieles und eine Verschmälerung der Blattzipfel, die unterseits mit den Sporenlagern des Pilzes bedeckt werden. *P. Ribis* DC. befällt Stachelbeeren und andere *Ribes*-Arten. Sehr häufig auf Umbelliferen zeigt sich *P. Aegopodii* (Schum.) Mart. Eine ganze Reihe von Arten kommt auf den Blättern von Liliifloren zur Entwicklung, ohne aber weiteren Schaden zu stiften. Genannt seien davon: *P. Galanthi* Ung. auf *Galanthus nivalis*, *P. Schroeteri* Pass. auf *Narcissus poeticus*, *P. Scillae* Link auf *Scilla*, *P. Tulipae* Schroet. auf *Tulipa Gesneriana* u. *suaveolens* u. a. Erwähnt seien noch von alpinen Arten: *P. Drabae* Rud. auf *Draba*-Arten, *P. alpina* Fuck. auf *Viola biflora*, usf.

Die letzte Sektion *Leptopuccinia* hat wieder einige interessante Arten, von denen *P. Malvacearum* Mont., der Malvenrost, die bemerkenswerteste ist. Der Pilz findet sich an vielen Malvaceen (auch an kultivierter *Althaea*, *Lavatera*, *Malva* usw.) und bildet hell- bis kastanienbraune, fast halbkugelige Polster von Teleutosporen, die ohne Ruhepause auskeimen. Die Heimat des Malvenrostes ist Chile; erst 1869 wurde er nach Spanien verschleppt, trat gleichzeitig auch in Frankreich auf und hat sich von da aus innerhalb weniger Jahre über alle Kulturländer verbreitet. Anfangs trat die Epidemie derartig heftig auf, dafs die Malvenkultur in vielen Gegenden fast zugrunde gerichtet wurde; jetzt dagegen hat die Schädlichkeit nachgelassen, so dafs alle Befürchtungen ausgeschlossen erscheinen. Man hat seine Bekämpfung durch Spritzmittel versucht. *P. Buxi* DC. bildet auf den Buchsbaumblättern seine kleinen, festen, schwarzen Sporenlager aus. *P. Asteris* Duby findet sich auf Astern und anderen Kompositen, *P. Anemones virginianae* Schwein. auf *Anemone silvestris*, *alpina*, *virginiana* u. a., *P. annularis* (Strauss) Wint. auf *Teucrium*, *P. Circaeae* Pers. auf *Circaea*, *P. Arenariae* (Schum.) Schroet. (Fig. 49, *1*) auf Caryophyllaceen usw. Die Sektion läfst sich von der vorhergehenden nicht scharf trennen, denn bei manchen Arten überwintern die Sporen, und nur wenige keimen sofort aus. Bisweilen sind die frühkeimenden Sporen etwas anders gestaltet wie die anderen; auch an der Farbe der Sporenhäufchen erkennt man häufig, ob die Sporen sofort keimen oder nicht. In letzterem Falle zeigen sich die Polster meist dunkel gefärbt.

Von *Puccinia* unterscheidet sich die Gattung *Gymnoconia* Lagerh. hauptsächlich durch die vollständig nackten Aecidienlager. Die einzige Art ist *G. interstitialis* (Schwein.) Lagerh., früher auch, als man die Aecidienform *Caeoma interstitiale* Schwein. noch nicht als zugehörig erkannt hatte, als *Puccinia Peckiana* Howe bezeichnet. Das Caeoma tritt auf wilden *Rubus*-Arten in der nördlich-gemäfsigten Zone nicht selten auf und befällt in Amerika die Brombeeren und Himbeeren oft

in sehr schädlichem Maſse[1]). Das Mycel durchzieht entweder von den Rhizomen an die ganze Pflanze oder perenniert in den jüngeren Trieben. Auf den Blättern gelangen im Frühjahr zuerst die Pykniden zur Ausbildung; dann erscheinen meist auf der Unterseite die Aecidienlager, die eigentlich die ganze Blattfläche einnehmen und nur durch die Nerven in einzelne gesonderte Lager abgeteilt werden. Auf einigen Rubus-Arten fand man auch die zweizelligen Teleutosporen; aber den Zusammenhang beider hat erst TRANZSCHEL durch seine Kulturversuche erwiesen. Der Pilz wirkt besonders schädlich durch vorzeitige Vernichtung des Blattwerks, das zwar durch frisches Austreiben wiederersetzt wird, aber schlieſslich doch eine solche Erschöpfung der Pflanze herbeiführt, daſs sie bald abstirbt. Bekämpfungsmittel kennt man bisher nicht.

Die Gattung *Phragmidium* Link zeigt sich in allen ihren Fruchtformen von den bisherigen Gattungen abweichend. Die Aecidienlager zeigen den typischen Caeomabau, d. h. sie besitzen keine Pseudoperidie, sind aber dafür mit einem Kreis dichtstehender Paraphysen umgeben, die sich bogenförmig nach innen krümmen. Die Uredosporen besitzen ähnliche Hüllfäden und werden einzeln auf Stielen gebildet; sie sind einzellig und mit vielen Keimporen versehen. Die Teleutosporen zeigen mehrere übereinander stehende Zellen, selten einmal nur zwei Zellen. Die Arten sind autöcisch und bewohnen ausschlieſslich Rosaceen. Am bekanntesten ist der Rosenrost *Ph. subcorticium* (Schrank) Wint. (Fig. 49, *6*), der unter Umständen die kultivierten Rosen dadurch zu schädigen vermag, daſs er vorzeitigen Blattfall veranlaſst. Die Aecidien kommen sowohl auf den Blättern wie auf den jungen Stengeln, Blattstielen, Früchten usw. zur Ausbildung und bilden oft groſse, dicke, rotgelbe Schwielen. Die Uredolager entstehen auf der Unterseite der Blätter in kleinen gelbroten Lagern, die auf gelblichen Flecken stehen. Zwischen ihnen entstehen in kleinen schwarzen Häufchen die Teleutosporen, die auf langen, nach unten angeschwollenen Stielen eine 7—10zellige Spore tragen, deren Membran tiefbraun und mit Warzen versehen ist und auf dem Scheitel ein farbloses Spitzchen trägt. Auf wilden Rosen kommen noch andere Arten vor, die uns hier aber nicht interessieren. Auf Himbeeren kommt *Ph. Rubi Idaei* (Pers.) Wint. nicht selten vor; auf Brombeeren ist *Ph. violaceum* (Schultz) Wint. häufig ein gefährlicher Feind dieser Sträucher. Auffällig auf Rubus-Arten ist *Ph. albidum* (Kühn) Ludw. mit farblosen Teleutosporen. Auf Potentilla-Arten siedelt sich *Ph. obtusum* (Str.) Wint. an, auf *Poterium Sanguisorba Ph. Sanguisorbae* (DC.) Schroet., das besonders durch seine im Frühjahr massenhaft ausgebildeten roten Caeomalager auffällig ist. Ähnliche Caeomalager bildet auf *Sanguisorba Ph. carbonarium* (Schlecht.) Wint., aber die Teleutosporen sind vielzellig und gleichen langen Sporenketten (Fig. 49, *7*); man hat den Pilz deswegen auch früher einer besonderen Gattung *Xenodochus* eingereiht.

Triphragmium Link unterscheidet sich durch die Teleutosporen, deren Zellen in einer Ebene in Form eines Dreiecks zusammenliegen, von *Phragmidium*; auſserdem kennt man bisher die Aecidien dieser Pilze nicht. Am häufigsten ist *T. Ulmariae* (Schum.) Link auf *Filipendula Ulmaria* (Fig. 49, *5*).

---

[1]) Vgl. dazu G. P. CLINTON, Orange Rust on Raspberry and Blackberry in Univ. of Illinois Agric. Exp. Stat. Bull. Nr. 29. Champaign. 1893.

Endlich sei noch der Vollständigkeit wegen die Gattung *Ravenelia* Berk. erwähnt, die in ihren Teleutosporen die höchste Differenzierung der Zellen aufweist. Die Teleutosporen werden aus mehreren zu Köpfchen oder Schirmchen zusammengestellten Zellen gebildet, auf deren Unterseite sich noch einige sterile Zellen befinden (Fig. 49, *8*); das Ganze wird von einem Träger gehalten, der aus einem oder mehreren vereinigten Stielen besteht. Die meisten Arten der Gattung kommen auf Leguminosen in den wärmeren Ländern vor und befallen, soweit man es bisher weifs, Kulturpflanzen nicht.

Ebenso wie es Teleutosporenformen gibt, deren Aecidien noch unbekannt sind, gibt es auch Aecidien- und Uredoformen, welche bisher nicht mit Teleutosporen in Verbindung gesetzt werden konnten. Man fafst solche vorläufig isoliert stehenden Formen unter den alten Bezeichnungen *Aecidium*, *Caeoma* oder *Uredo* zusammen und mufs es der weiter fortschreitenden Forschung überlassen, sie allmählich anzugliedern. Wir hatten schon oben öfter Gelegenheit, auf die gallen- oder hexenbesenbildende Tätigkeit der perennierenden Aecidienmycelien hinzuweisen; von solchen Formen sind noch viele bekannt, befallen aber nicht Nutzpflanzen, so dafs sie hier keine Erwähnung zu finden brauchen. Erwähnt sei nur der Zimmetrost, *Aecidium Cinnamomi* Rac., der nach ZIMMERMANN's Beobachtungen auf Java die jungen Blätter und Triebe der Zimmetbäume befällt und häufig durch deren Beschädigung den Tod des Baumes herbeiführt. Auf *Vitis vinifera* findet sich *Uredo Vitis* v. Thüm. in Nordamerika, auf *Ficus Carica* *U. Ficus* Cast. in den Mittelmeerländern, auf Zuckerrohr *U. Kühnii* (Kr.) Wakk. et Went auf Java; der Schaden, den diese Arten stiften, scheint aber nicht bedeutend zu sein.

Die Getreideroste und ihre Bekämpfung.

Die auf den verschiedenen Getreidearten vorkommenden Roste fafste man, abgesehen von wenigen durch die Form der Teleutosporen leicht kenntlichen Arten, noch vor wenigen Jahren als eine einheitliche Art, *Puccinia graminis*, auf. Erst die ausgedehnten und mühevollen Untersuchungen ERIKSSON's, KLEBAHN's und anderer haben den unumstöfslichen Beweis geliefert, dafs die alte Sammelart in eine ganze Anzahl von nahe verwandten Arten aufgelöst werden mufs, die wieder in spezialisierte Formen zerlegt werden müssen. Äufserlich unterscheiden sich alle diese Arten entweder nicht oder nur durch sehr feine Merkmale, die nicht immer leicht erkennbar sind. Es sollen zuerst die bisher unterschiedenen Arten und Formen kurz besprochen werden, wobei ich auf die ausführlichen Darstellungen der oben genannten Forscher [1]) verweise.

Unter der alten Art *Puccinia graminis* Pers., Schwarzrost, im engeren Sinne fafst man jetzt diejenigen auf Getreide und anderen Gramineen lebenden Rostformen zusammen, welche ihre Aecidien und Pykniden auf der Berberitze entwickeln (*Aecidium Berberidis*) (Fig. 51, *3*). ERIKSSON und HENNING haben auf Grund ihrer Infektionsversuche mit Uredosporen nachgewiesen, dafs man eine Reihe von spezialisierten

[1]) J. ERIKSSON und E. HENNING, Die Getreideroste. Stockholm 1896; H. KLEBAHN, Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904. S. 205ff.

Formen unterscheiden muſs. So kommt die Form *Secalis* (Fig. 51, *1, 2*) vor auf *Secale cereale, Hordeum vulgare, H. jubatum, H. murinum, Agropyrum repens, A. caninum, Elymus arenarius, Bromus secalinus* und einigen anderen Gramineen. Die Forma *Tritici* kommt in Schweden auf *Triticum vulgare*, in Nordamerika auſserdem noch auf *Triticum monococcum, Hordeum vulgare, H. jubatum, H. murinum, Koeleria cristata, Agrostis alba* und anderen vor. Die Forma *Avenae* bewohnt in Schweden *Avena sativa, A. sterilis, A. brevis, Arrhenatherum elatius, Dactylis glomerata, Alopecurus pratensis, Milium effusum, Lamarckia aurea, Bromus arvensis. Festuca Myurus, Phalaris canariensis, Phleum asperum, Briza maxima* u. a., während für Nordamerika noch mehrere andere Nährpflanzen angegeben werden, darunter *Hordeum murinum, Ammophila arenaria, Holcus mollis.* Forma *Airae* kommt auf *Aira caespitosa*, Forma *Agrostis* auf *Agrostis canina* und *A. stolonifera* vor. Endlich findet sich die Forma *Poae* auf *Poa*-Arten; doch ist deren Biologie nicht in allen Punkten aufgehellt.

Auf *Phleum pratense* und *Festuca elatior* wächst *P. Phlei-pratensis* Eriks. et Henn., die auch auf Hafer und Roggen übertragbar ist. Eine Überimpfung auf Berberis gelang nicht, so daſs Eriksson vermutet, daſs die Art ihr Aecidiumstadium eingebüſst hat.

Der Braunrost des Roggens, *P. dispersa* Eriks., bildet seine Aecidien auf *Anchusa arvensis* und *officinalis* (Fig. 51, *10*). Auſser auf Roggen (Fig. 51, *8*) finden sich seine Uredo- und Teleutosporenlager auch auf *Secale montanum*; auf andere Getreidearten geht er aber nicht über. Da die Aecidien erst im Herbst häufiger auftreten, so müſste das Wintergetreide sogleich nach dem Auskeimen infiziert werden. Solche Rostfälle sind aber so selten, daſs die Verbreitung des Pilzes von anderen Faktoren abhängen muſs. Es käme dafür nur eine Überwinterung im Uredostadium in Betracht, oder es müſsten von Gegenden, wo der Rost im Jahre sehr zeitig auftritt, die Sporen durch den Wind verweht werden. Vorläufig läſst sich keine Entscheidung treffen, was von beiden das Wahrscheinlichere ist (s. S. 376).

Es gibt noch mehrere Braunroste, die früher als *P. Rubigo-vera* zusammengefaſst wurden und ihre Aecidien auf Borraginaceen ausbilden. Dahin gehört der sehr sorgfältig von F. Müller, M. Ward und Eriksson studierte Braunrost der *Bromus*-Arten, *P. Symphyti-Bromorum* F. Müll. mit den Aecidien auf *Symphytum officinale* und auch auf *Pulmonaria montana.* Ward unterscheidet verschiedene Rassen dieses Pilzes, welche die Arten aus den verschiedenen Sektionen der Gattung *Bromus* in ungleichem Maſse befallen. Auf diese zum Teil noch wenig geklärten Verhältnisse einzugehen, muſs ich mir versagen. Der Braunrost des Weizens, *P. triticina* Eriks., schädigt diese Getreideart bisweilen in auſserordentlich empfindlicher Weise. Klebahn hat ausgedehnte Infektionsversuche gemacht, um das Aecidium zu finden; bisher aber ohne Erfolg, so daſs Eriksson die Ansicht ausspricht, daſs ein Aecidium überhaupt fehlt. Auch beim Braunrost der Gerste, *P. simplex* (Körn.) Eriks. et Henn. (Fig. 51, *11*, *12*) hat man bisher vergeblich nach den Aecidien gesucht. In Deutschland ist dieser Rost sehr häufig und fügt in mancher Gegend ganz allein der Gerste empfindlichen Schaden zu. Auſser den genannten sind noch weitere unterschieden worden, wie *P. holcina* Eriks. auf *Holcus mollis* und *lanatus*, *P. agropyrina* Eriks. auf *Agropyrum repens*, *P. Triseti* Eriks.

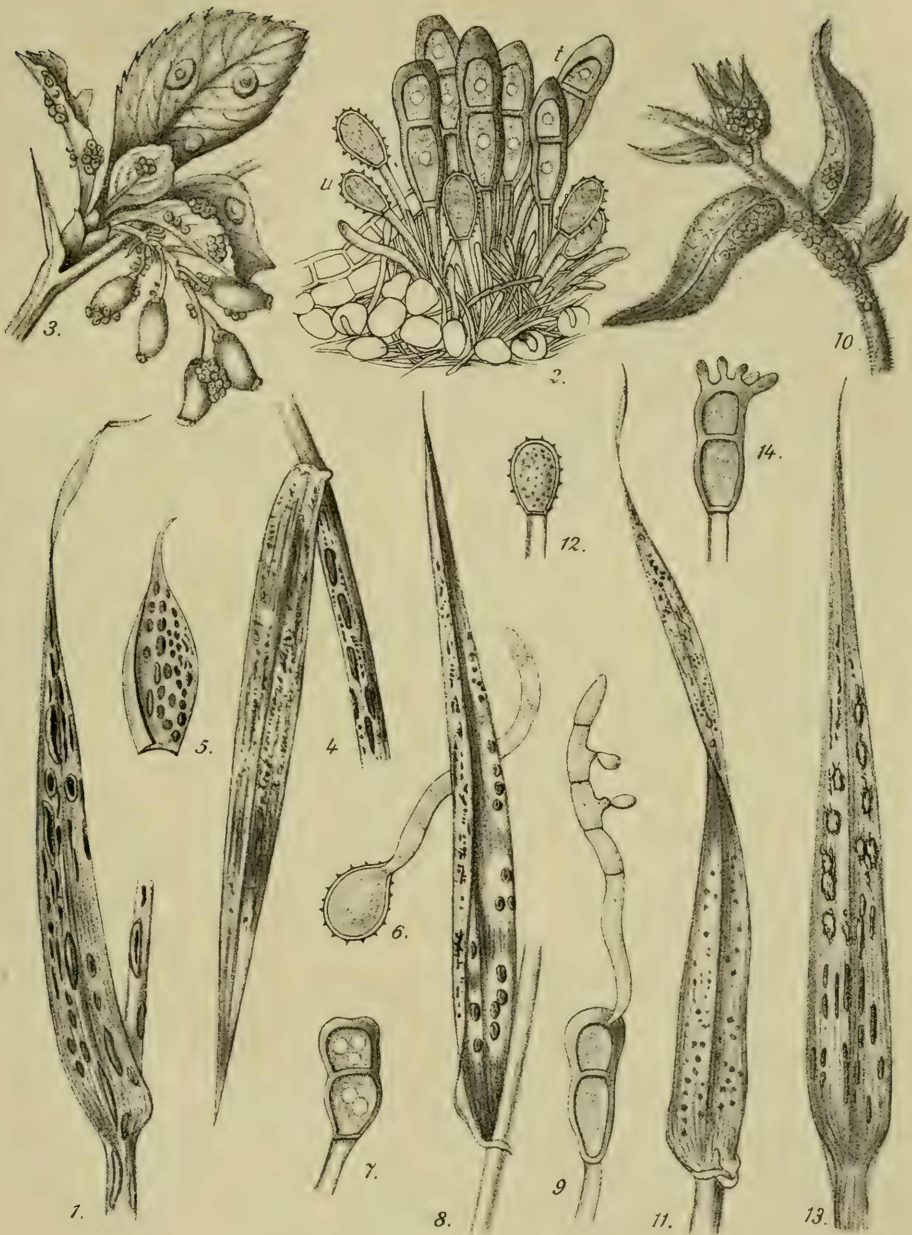


Fig. 51. Getreideroste.

1—3 Puccinia graminis Pers. *1* Uredo- und Teleutosporenlager auf Roggen, *2* Schnitt durch ein Lager mit Uredosporen *u* und Teleutosporen *t*, *3* Aecidien auf der Berberitze. *4—7 P. glumarum* (Schmidt) Eriks. et Henn. *4* Uredo- und Teleutosporenlager auf Weizen, 5 dieselben auf einer äufseren Deckspelze, *6* keimende Uredospore. *7* Teleutospore. *8—10 P. dispersa* Eriks. *8* Uredo- und Teleutosporenlager auf Roggen, *9* keimende Teleutospore, *10* Aecidien auf *Anchusa arvensis*. *11—12 P. simplex* (Körn.) Eriks. et Henn. *11* Uredo- und Teleudosporenlager auf Gerste. *12* Uredospore. *13—14 P. coronifera* Kleb. *13* Uredo- und Teleutosporenlager auf Hafer, *14* Teleutospore. (Nach Eriksson.)

auf *Trisetum flavescens*. Alle diese aecidienlosen Arten sind noch wenig untersucht, so dafs sich über ihre Lebensgeschichte wenig sagen läfst.

Aus der alten Sammelspecies *P. Rubigo-vera* haben ERIKSSON und HENNING den Gelbrost herausgehoben und als *P. glumarum* (Schmidt) Eriks. et Henn. bezeichnet. Die Uredolager dieser Art stehen in langen Streifen auf den Blättern und zeichnen sich durch hellgelbe Färbung aus; Aecidien kennt man bisher nicht. Der Pilz überwintert vielleicht im Uredozustand, da er häufig auf den jungen Herbstsaaten erscheint. ERIKSSON unterscheidet Formen auf Weizen (f. *Tritici*) (Fig. 51, *4—7*), Gerste (f. *Hordei*), Roggen (f. *Secalis*), *Elymus arenarius* (f. *Elymi*) und *Agropyrum repens* (f. *Agropyri*).

Eine letzte Gruppe von Getreiderosten bildet die Aecidien auf *Rhamnus*-Arten aus. Man nahm früher an, dafs die allbekannte Art, *P. coronata* Corda, sowohl auf *Rhamnus Frangula* als auch auf *R. cathartica* ihre Aecidien erzeugt. Da aber die von verschiedenen Forschern vorgenommenen Infektionsversuche keine rechte Übereinstimmung zeigten, so war anzunehmen, dafs hier mehrere Arten zusammengeworfen worden sind. Die Richtigkeit dieser Hypothese zeigte KLEBAHN, indem er nachwies, dafs der eine Formenkreis als Aecidienwirt *Rh. Frangula*, der andere *Rh. cathartica* besitzt. Die erste Art nennt er mit dem alten Namen *P. coronata*, die letztere *P. coronifera* Kleb. Der Formenkreis von *P. coronata* umfafst mehrere spezialisierte Formen, so die auf *Calamagrostis lanceolata* und *arundinacea* (f. *Calamagrostis* Eriks.), auf *Phalaris arundinacea* (f. *Phalaridis* Kleb.), auf *Holcus mollis* und *lanatus* (f. *Holci* Kleb.), auf *Agrostis vulgaris* und *stolonifera* (f. *Agrostis* Eriks.) und wahrscheinlich noch andere. Der von KLEBAHN als *P. coronifera* bezeichnete Kronenrost dagegen lebt auf *Avena sativa* (f. *Avenae* Eriks.), auf *Lolium perenne* (f. *Lolii* Eriks.), auf *Festuca elatior* (f. *Festucae* Eriks.), auf *Holcus mollis* und *lanatus* (f. *Holci* Eriks.), *Alopecurus pratensis* (f. *Alopecuri* Eriks.) und auf *Glyceria aquatica* (f. *Glyceriae* Eriks.) Da die Kronenroste fast nur Wiesengräser befallen, so richten sie keinen besonders grofsen Schaden an; beachtenswert ist aber *P. coronifera* auf dem Hafer (Fig. 51, *13*, *14*), obgleich der Schaden nicht besonders hoch ist. Der Pilz tritt durchaus nicht alle Jahre regelmäfsig auf, sondern findet sich zerstreut und dann meist erst gegen das Ende der Vegetationsperiode.

Die im Vorstehenden aufgeführten Rostarten stellen die gröfsten Feinde des Getreidebaues dar, der dadurch in allen getreidebauenden Ländern ungeheure Verluste erleidet. Schon im Altertum kannte man die Krankheit unter dem Namen Erysibe bei den Griechen und Rubigo bei den Römern. Das eigentliche wissenschaftliche Interesse kam aber erst, als PERSOON den Rost als einen Pilz erkannte und DE BARY den Generationswechsel von *P. graminis*, der von den Praktikern vorausgeahnt war, erwies. Seitdem ist unablässig daran gearbeitet worden, die Kenntnis der Getreideroste zu fördern, namentlich seit man im letzten Jahrzehnt begonnen hat, durch zielbewufste Impfversuche die Spezialisierung der Formen näher zu untersuchen. Der Hauptzweck all dieser Forschungen lief natürlich darauf hinaus, Mittel für die Bekämpfung zu finden. Wie grofs die Notwendigkeit ist, mit allen Mitteln gegen diesen gefährlichen Feind anzukämpfen, zeigen die Verluste, welche die Landwirtschaft dadurch erleidet. In dem Buch von ERIKSSON und HENNING findet sich eine Zusammenstellung der Berechnungen und Schätzungen der Schäden, woraus ich nur weniges anführen will. Im

allgemeinen schwanken die Verluste zwischen weiten Grenzen, je nachdem ein „Rostjahr“ ist oder nicht. Für Preufsen hat P. SORAUER, meist auf Grund amtlicher statistischer Angaben, den Ernteausfall bei Weizen, Roggen und Hafer in dem Rostjahre 1891 auf über 418 Mill. Mark berechnet, während er im Nichtrostjahr 1892 nur fast 26$^1/_2$ Mill. betrug. ERIKSSON schätzt den Verlust an Hafer für 1889 in Schweden auf 18 Mill. Mark. Für Ungarn gibt v. THÜMEN den Ausfall an Weizen in manchen Jahren auf mindestens 18 Mill. Gulden an. Für die vereinigten Staaten von Nordamerika veranschlagt BOLLEY den Schaden der Weizenernte 1889 auf etwa 18 Mill. Mark, für 1891 rechnet GALLOWAY sogar die ungeheuere Summe von 1340 Mill. Mark heraus. Gegenüber solchen Verlusten, welche der Nationalwohlstand alljährlich erleidet, sind diejenigen, die durch alle anderen Getreideschädlinge zusammen hervorgerufen werden, als gering zu betrachten. Aber trotz der Mühe und Arbeit, die auf die Erforschung der Lebensbedingungen der Roste verwendet worden sind, hat man bisher nur minimale Erfolge in der Bekämpfung erzielt. Wir wollen im folgenden die Gesichtspunkte betrachten, von denen die Bemühungen zur Bekämpfung dieser Schädlinge ausgehen müssen.

Schon lange, bevor DE BARY den Wirtswechsel der Getreideroste wissenschaftlich erwiesen hatte, waren die praktischen Landwirte davon überzeugt, dafs das Aecidium auf der Berberitze in irgendeinem Zusammenhang mit dem Getreiderost stehen müsse. Die Vorstellungen, die man sich davon machte, waren natürlich merkwürdiger Art, aber sie führten doch dazu, die Berberitzen in der Nähe der Felder möglichst zu beseitigen. Wenn auch dieser Kampf nicht überall mit gleichem Nachdruck geführt wurde, so rottete man doch in einzelnen Gegenden, z. B. in Dänemark, schon in den ersten Dezennien des vorigen Jahrhunderts die Berberitze auf den Feldern fast vollkommen aus. Nach DE BARYS Entdeckung 1865 wurde der Kampf mit besserer Grundlage fortgesetzt, aber ein durchschlagender Erfolg kam in keiner Gegend zum Vorschein. Nach wie vor wütete die Krankheit, wenn sie auch in den einzelnen Jahren sehr verschieden an Intensität auftrat. In den letzten Jahren haben sich allmählich die Stimmen derer gemehrt, welche darauf hinweisen, dafs die Vernichtung der Berberitze dem Roste keinen Einhalt täte. So kommen in Ungarn nach ZUKAL, im Jemtland in Schweden nach HENNING, in der Hamburger Gegend nach KLEBAHN fast keine Berberitzen mehr vor, und trotzdem stirbt die Rostkrankheit nicht aus. Ein besonders lehrreiches Beispiel hat BARCLAY für Ostindien angegeben, wo in den weizenbauenden Distrikten Berberis ganz fehlt und erst im Gebirge in 300 Meilen Entfernung angetroffen wird. Wenn es auch nicht aufserhalb des Bereiches der Möglichkeit liegt, dafs die Aecidiensporen auf weite Entfernungen durch den Wind verweht werden, so ist es doch ganz ausgeschlossen, dafs dadurch ein allgemeiner Befall des Getreides erfolgen kann. ZUKAL hat die Möglichkeit für Ungarn näher ins Auge gefafst und hält das Zustandekommen der Rostkrankheit unter solchen Voraussetzungen für ausgeschlossen. ERIKSSON und HENNING haben aber in ihrem Buche noch einen anderen Gedankengang eingeschlagen, der nicht von der Hand zu weisen ist. Angenommen, es stehen an einem Roggenfelde Berberitzen mit Aecidien, so ist es noch gar nicht sicher, ob diese der für Roggen spezialisierten Form der *P. graminis* angehören. Im Gegenteil ist die Wahrscheinlichkeit, dafs es nicht der Fall ist, viel gröfser, weil ja doch infolge der Schlägewirtschaft dasselbe Feld niemals zwei Jahre lang hintereinander

dieselbe Getreideart trägt. Wird also die Berberitze vom Weizen infiziert, so würde sie für den Roggen unschädlich sein und ähnlich auch, wenn wir die wilden Gräser als Infektionsvermittler zu Hilfe nehmen. Aus diesen Gründen bestreiten die beiden Autoren, dafs der Berberitze eine allzu hohe Bedeutung als Überträger der Krankheit zuzuschreiben sei. In etwas anderer Weise läfst sich auch für den Braunrost (*P. dispersa*) zeigen, dafs die Aecidien kaum für einen allgemeinen Befall verantwortlich zu machen sind (vgl. dazu S. 372).

Wenn nun aber der Wirtswechsel allein die allgemeine Verbreitung der Getreideroste nicht genügend erklärt, so könnte man doch nur noch daran denken, dafs die Getreidepflanzen direkt durch die Uredo- oder Teleutosporen infiziert werden könnten. Die Versuche, die man mit den aus den Teleutosporen erzogenen Basidiosporen angestellt hat, ergaben bei der Berberitze stets positiven Erfolg, niemals aber beim Getreide selbst. Darum scheint also eine derartige Verbreitung nicht wahrscheinlich. Für die Uredosporen dagegen war von vornherein die Möglichkeit gegeben, denn sie verbreiten ja während des Sommers die Krankheit auf dem Getreide weiter. Deshalb müfste man eine Überwinterung der Uredosporen voraussetzen. Dafür liegen aber für die nördlich-gemäfsigte Zone selbst bis Texas hinunter nur wenig Beobachtungen vor. Bis jetzt ist eine Überwinterung der Uredoform nur bei *P. dispersa* und *simplex* festgestellt worden (Marchal). Von Mc Alpine und anderen Beobachtern wird ebenfalls angegeben, dafs in Australien eine Überwinterung der Uredo stattfindet; aber diese Tatsache hat für unsere Gegenden geringe Bedeutung. Man könnte vielleicht auch meinen, dafs das Uredomycel in der Pflanze überwintert und etwa vom Rhizom aus in die neuen Sprosse aufsteigt. Aber auch das ist sicher nicht der Fall, da de Bary das Mycel stets streng lokalisiert fand und rostkranke Stöcke niemals primär rostkranke Schosse hervorbrachten.

Nun bleibt eigentlich nur noch eine Möglichkeit der Übertragung übrig, nämlich die durch die Samen. Hier hat Eriksson[1]) angeknüpft und hat seine Mycoplasmatheorie aufgestellt, die aber bisher wenig Anklang gefunden hat. An und für sich hat ja die Übertragung durch den Samen nicht weiter etwas Verwunderliches, nachdem Brefeld die Überwinterung des Brandmycels im Weizenkorn gezeigt hat und der Pilz des Taumellolchs näher bekannt geworden ist. Aber wenn es sich um eine solche blofse Mycelüberwinterung handeln sollte, so müfsten doch irgendwelche Anzeichen dafür da sein, dafs das Rostmycel auch wirklich bis in die Samen gelangt, oder es müfste sich in den Geweben des Samens nachweisen lassen. Es läfst sich aber nichts von alledem nachweisen. Deshalb nimmt Eriksson an, dafs die Roste zuerst in Form nackter Plasmamassen (Mycoplasma von ihm genannt) im Plasma der Zellen der Nährpflanze vorhanden seien, woraus sich erst später die mit Membran versehenen Hyphen entwickeln sollen. Die von ihm daraufhin untersuchten Getreideroste zeigten in der Nähe von Flecken, aus denen in kürzester Frist die Uredolager hervorbrechen mufsten, im Innern der Zellen ein strukturloses Mycoplasma, das sich dann später zu einem Protomycelium mit deutlichen Kernen und von plasmodienartiger Struktur, aber noch ohne Membran, umbildet. Dieses Protomycel

---

[1]) Sur l'origine et la propagation de la rouille des céréales par la semence in Ann. sc. nat. 8 sér. XIV und XV. 1902; ferner in Kungl. Svens. Vet. Ak. Handl. Stockholm XXXVII, 1904 und XXXIX, 1905; siehe ferner die Literatur bei Klebahn.

färbt sich mit Flemming'scher Lösung violett und besitzt Vakuolen; von ihm aus gehen feine Stränge (Endohaustorien), welche die Membranen durchsetzen, wodurch dann das ganze Protomycel ins Intercellularsystem befördert wird. Erst dann beginnt das eigentliche Pilzleben, indem wirkliche Haustorien in benachbarte Zellen getrieben werden und die Plasmamassen sich mit einer Membran umgeben. Diese hier in groben Zügen dargestellte Mycoplasmatheorie ist von vielen Nachuntersuchern entschieden zurückgewiesen worden, so von M. WARD, KLEBAHN, ZUKAL u. a. Um nur eins zu erwähnen, man hat das Mycoplasma noch nicht in den Samen gefunden, was aus KLEBAHN's und ZUKAL's Nachuntersuchungen hervorgeht. KLEBAHN hält die von ERIKSSON gefundenen Gebilde für ab- oder angeschnittene Haustorien. Auch die neuesten Untersuchungen ERIKSSON's über den Schwarzrost enthalten so zahlreiche Lücken und Unklarheiten, dafs es wohl am besten ist, die Mycoplasmatheorie noch vorläufig von der Praxis fernzuhalten, bis durch weitere Untersuchungen eine Klärung herbeigeführt ist. Ich gehe deshalb darauf nicht weiter ein.

Die Biologie der Getreideroste bietet uns nach dem Gesagten, wenigstens so weit sie bisher sicher bekannt ist, nur schwache Angriffspunkte für die Bekämpfung. Aufser der Vernichtung der Aecidienwirte, die auch noch problematisch bleibt, hat sich nichts Rechtes daraus ergeben. Wie wir früher bei Weinkrankheiten und bei vielen anderen Krankheitserscheinungen gesehen haben, macht sich bei den verschiedenen Sorten der Nährpflanzen häufig auch eine verschiedene Empfänglichkeit für die betreffende Erkrankung bemerkbar. Dasselbe ist auch bei den Getreiderassen der Fall. Die ausgedehnten Untersuchungen von ERIKSSON, CARLETON und KLEBAHN haben gezeigt, dafs es Rassen gibt, die für einzelne Getreideroste fast immun sind. So hat ERIKSSON gefunden, dafs die gelbrostempfindlichen Sorten gegenüber dem Braun- und Schwarzrost weniger empfänglich sind, und dafs hauptsächlich gegenüber dem Gelbrost sich eine verschiedene Rassendisposition am deutlichsten nachweisen läfst. Ob aber diese Unempfänglichkeit auch unter allen Umständen, besonders in Hinblick auf die verschiedenen klimatischen und örtlichen Bedingungen der Felder, die gleiche bleibt, darüber sind die Akten noch nicht geschlossen; es erscheint vielmehr wahrscheinlich, dafs die Rassendisposition, wie so vielfach, eine relative ist und von Umständen abhängt, die wir nicht kennen. Man hat versucht, diese Disposition mit der anatomischen Beschaffenheit der Nährpflanzen in Verbindung zu bringen, aber bisher ohne Resultat. Trotzdem aber wird der Praktiker vielleicht mehr als bisher den Anbau von Sorten ins Auge fassen müssen, welche sich gegen die hauptsächlich in seinem Anbaugebiet herrschenden Getreideroste als weniger empfänglich erwiesen haben.

Zu unterscheiden von dieser Rassendisposition ist die des Individuums. Hier steht es fest, dafs die Basidiosporen hauptsächlich nur junge Gewebe zu infizieren vermögen, dafs dagegen Uredo- und Aecidiensporen leicht auch ältere Gewebeteile anstecken. Scheinbar ist der Ort der Infektion nicht immer gleichgültig, da z. B. der Gelbrost besonders gern seine Eingangspforte an den Blattspitzen findet, während der Schwarzrost sich lieber auf den Halmen und Blattscheiden ansiedelt. Wodurch aber das Individuum im ganzen für die Roste disponiert wird, das wissen wir bisher nicht; denn die Berücksichtigung der Bodenbeschaffenheit, des Wetters, der Lage, der Säezeit usw. haben

nur unsichere und wechselnde Resultate ergeben, auf die ich hier nicht weiter eingehen kann.

Direkte Bekämpfungsmittel sind vielfach probiert worden, indem man die Sporen durch Fungicide zu vernichten suchte. Von E. Wüthrich[1]) wurden mit Uredo- und Aecidiosporen des Schwarzrostes Versuche angestellt, um die Widerstandsfähigkeit gegenüber Metallsalzen festzustellen. Dabei zeigte sich, dafs die Metallsalze nicht alle in gleicher Weise wirkten, und dafs die Aecidiensporen bedeutend empfindlicher waren. Da die Beizung der Getreidekörner gegen anhaftende Brandsporen bereits eine allgemeine Anwendung gefunden hat, so wird diese Prozedur auch gleichzeitig die anhaftenden Teleutosporen vernichten. Es existieren aber keine besonderen Versuche darüber, aus denen sich beurteilen liefse, wie grofs der dadurch etwa gestiftete Nutzen sein mag. Die Bespritzung mit pilztötenden Lösungen ist von Galloway und Eriksson in ausgedehntem Mafse ausprobiert worden, aber ohne jedes sichere Resultat; höchstens scheint der Ausbruch des Rostes durch häufiges Bespritzen sich verzögern zu lassen.

Eriksson und Henning kommen zu dem Resultat, dafs beim Gelbrost durch vorsichtige Auswahl weniger prädisponierter Weizenrassen und durch möglichst frühe Aussaat des Winterweizens eine Herabminderung des Schadens möglich ist. Gegen den Schwarzrost empfiehlt sich die Vermeidung von dumpfigen Lagen für die Felder, möglichste Beförderung der Entwicklung der Pflanzen durch sachgemäfse Behandlung und Düngung des Bodens, zeitige Saat im Frühjahr und Entfernung aller Berberitzen und Quecken (*Triticum repens*) aus der Nähe der Felder.

Mögen nun alle diese vorgeschlagenen und zum Teil erprobten Mafsnahmen auch eine kleine Herabsetzung der Beschädigungen herbeiführen, so steht doch fest, dafs wir vorläufig der Bekämpfung der Getreideroste ratlos gegenüberstehen. Da die Mittel der Praxis hier vollständig zu versagen scheinen, so können wir unsere Hoffnungen nur auf spätere wissenschaftliche Forschungen setzen, die uns die Biologie der Roste weiter erschliefsen müssen. Dabei kann es sich nur um die nähere Erforschung der Überwinterung der Sporen und um den Wirtswechsel handeln, da die Mycoplasmatheorie vorläufig vollständig in der Luft schwebt[2]).

Auriculariineae. Tremellineae.

Die erstgenannte Ordnung unterscheidet sich von den Uredineen dadurch, dafs ihre sonst ganz gleich gestalteten Basidien nicht aus Chlamydosporen hervorgehen, sondern meist dicht nebeneinander stehend ein Hymenium bilden. Die meisten Arten kommen an faulem Holz vor; wir wissen ebensowenig wie bei vielen Ascomyceten, ob

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. II. 1892. S. 84.

[2]) Neuerdings hat Sorauer darauf hingewiesen (Jahresber. d. Sonderausschusses f. Pflanzenschutz, Arb. d. D. L. G Heft 107, Berlin 1900), dafs Fälle bekannt sind, in denen trotz reichen Rostbefalls eine gute Kornernte erzielt worden ist. Deshalb dürfte der Rost allein vielleicht nicht für die ungeheuren Verluste in den sog. Rostjahren verantwortlich zu machen sein, sondern die speziellen Witterungsverhältnisse, welche die Rostjahre charakterisieren (anhaltend schwüle, feuchte, lichtarme Sommerwitterung, Spätfröste u. dergl.). Zu dem direkten Kampfe gegen die Pilze müssen sich demnach Kulturmafsregeln gesellen, welche die Einflüsse der schädlichen Witterungsfaktoren abzuschwächen oder zu mildern geeignet sind.

nicht das Mycel bereits im lebenden Aste sitzt, aber erst im abgestorbenen Holz Fruchtkörper hervorbringt. Als Vertreter der Ordnung, die in mehrere Familien zerfällt, nenne ich das bekannte Judasohr, *Auricularia auricula Judae* (L.) Schroet.; dieser Pilz kommt bei uns und noch viel häufiger in den Tropen vor. Seine durch Wasseraufnahme gallertig quellenden Fruchtkörper sind braun bis schwarz und sehen häufig ohrartigen Gebilden täuschend ähnlich: durch Austrocknen schwindet der Fruchtkörper auf schwarze, unscheinbare Häutchen zusammen. Für *Stypinella* (*Helicobasidium*) *Mompa* (Tanaka) Lindau wird angegeben[1], daſs sie die Wurzeln von Maulbeer- und Pappelbäumen in Japan zerstört. Durch das Mycel wird der gesamte Rindenkörper der Wurzeln bis auf die Bastfasern verzehrt. Am Fuſse des Stammes erscheinen dann die bräunlich-purpurnen, wergartigen Basidienlager. Die Krankheit bedarf noch näherer Untersuchung.

Die Vergallertung der äuſseren Membranschichten der Hyphen ist auch der nächsten Ordnung eigentümlich, die als Tremellineae oder Zitterpilze bezeichnet wird. Äuſserlich den Auriculariineen sehr ähnlich, unterscheiden sie sich leicht durch die über Kreuz in vier Zellen geteilten Basidien; jede Zelle trägt ein meist langes Sterigma, das an der Spitze eine Spore erzeugt. Daſs auch zweizellige Basidien vorkommen, davon nur beiläufig. Auch in dieser Ordnung wurden bisher keine Schädlinge gefunden, weshalb ich mich auf diese kurzen Andeutungen beschränke.

Wir kommen nun zu den Autobasidiomycetes, deren Hauptmerkmal die ungeteilte Basidie ist. Die Ordnung der Dacryomycetineae, welche äuſserlich durch ihre fast gallertige Beschaffenheit an die Tremellineen erinnert, besitzt Basidien, welche in zwei lange Zweige ausgehen, deren jeder an der Spitze ein Sterigma mit Spore besitzt. Sehr bekannt ist *Dacryomyces deliquescens* (Bull.) Duby, der an bearbeitetem, nacktem Nadelholz nach Regen in Form von kleinen roten bis gelben gallertigen Tröpfchen auftritt, aber beim Eintrocknen fast spurlos verschwindet. Im Gebirge sind an Nadelholzstümpfen die roten oder gelben *Calocera*-Arten häufig, die äuſserlich täuschend einer Clavaria gleichen, aber weich gallertig sind und trocken ganz einschrumpfen.

Exobasidiineae.

Die Ordnung der Exobasidiineae entspricht etwa den Exoasceae bei den Ascomyceten und besteht ausschlieſslich aus parasitischen Formen. Die bekannteste Gattung ist *Exobasidium* Woron. Das Mycel lebt im Innern der Pflanzenteile und erzeugt die Basidien in Lagern, welche die Epidermis durchbrechen und zuletzt frei stehen. Die Basidien stellen langgestreckte, keulige Zellen dar, die auf vier endständigen Sterigmen die vier Sporen tragen. Die Auskeimung der Sporen in Nährlösung erfolgt mit Hefekonidien. Allen Arten ist eigentümlich, daſs sie mehr oder weniger deutlich Gallenbildungen an den befallenen Nährpflanzen hervorrufen. Die bekannteste Art ist *E. Vaccinii* (Fuck.) Woron., das auf verschiedenen Vaccinium-Arten, besonders

[1]) O. Loew in Forstl. Naturwiss. Zeitschr. IV, 1895, S. 458.

aber auf der Preifselbeere auftritt. Die Krankheit befällt die Blätter, Stengel und Blüten, und zwar nach WORONIN's Angaben um so reichlicher, je feuchter der Boden ist. Die erkrankten Stellen schwellen ganz bedeutend an und dehnen sich häufig auf das ganze Blatt aus, welches auf der Oberseite leuchtend karminrot wird, anfangs seine glatte, glänzende Oberfläche behält, später aber unterseits mit einem glanzlosen, weifsen oder gelblichen Überzuge bedeckt erscheint. Zuerst erscheint das Gewebe schwammig und weich, woher die Krankheit auch bisweilen „Schwammkrankheit“ genannt wird. Zuletzt treten auf der Oberfläche der degenerierten Organe dunkelgelbe oder braune Flecken auf, womit eine gänzliche Verschrumpfung beginnt und der Tod eingeleitet wird.

Einen wirklich wirtschaftlich schädigenden Einflufs des Pilzes konnte SADEBECK[1]) bei *Vaccin. Myrtillus* in der Nähe von Harburg konstatieren. Die erkrankten Blätter hatten die 3 bis 4 fache Gröfse der normalen erreicht, waren nicht fleischig, oberseits auffallend gelblich, unterseits mit einem weifsen Reif überzogen. Das von den bisherigen Beobachtungen Abweichende ist, dafs S. nicht nur jedes Blatt eines Pflänzchens, sondern fast sämtliche Pflänzchen auf einem 2 bis 3 m breiten und 600 m langen Waldstreifen erkrankt sah. Durch die Erkrankung ist die Blüten- und Fruchtentwicklung unterdrückt.



Fig. 52. *Exobasidium Vaccinii* Woron.
1. Gallenartig angeschwollener Stengel der Preifselbeere. *2.* Blattgalle. *3.* Ein Stück des Hymeniums.

Im krankhaft veränderten Blatte sieht man zwischen den weiten, farblosen Parenchymzellen und stellenweise sogar innerhalb derselben ein Mycel aus sehr feinen, ungefärbten Fäden, die verzweigt und mit Querwänden versehen sind und sich um so üppiger entwickeln, je näher sie der Epidermis liegen. Von den Mycelfäden erheben sich die dicken, keulenförmigen, mit farblosem Plasma erfüllten Basidien, die bis zur Cuticula gelangen, dieselbe allmählich in die Höhe heben und endlich unregelmäfsig zerreifsen (Fig. 52, *3*).

Die reifen Sporen sind spindelförmig, an beiden Enden zugespitzt, bisweilen oben abgerundet und dabei mit einem leichten, einseitigen Kniegelenke versehen. Bei der Keimung schwellen sie an und werden durch eine Teilungswand in zwei Zellen gegliedert, deren jede einen feinen Faden treibt, an dem auf winzigen Sterigmen die Konidien entstehen. In Nährlösungen sprossen die Konidien weiter aus. Gewöhnlich treten in der ausgekeimten Spore noch weitere Teilungswände auf.

[1]) Bot. Centralbl. 1886, Bd. XXV, S. 289.

Während die Krankheit bei der Heidelbeere weniger den Charakter einer Gallenbildung zeigt, entstehen bei der Preifselbeere Verdickungen des Stengels und der Blätter, an letzteren häufig kuglige Anschwellungen, die fast wie Preifselbeeren aussehen. Die Fig. 52, *1, 2* zeigt die Gallen an Stengeln und Blättern. Die Krankheit ist überall häufig.

Auf anderen Ericaceen kommen ähnliche Pilze vor, so z. B. auf Rhododendron das *E. Rhododendri* Cram., das die „Saftäpfel“ an den Blättern der Alpenrosen erzeugt. Erwähnenswert ist *E. Lauri* (Bory) Geyl., das an den Stämmen von *Laurus nobilis* und *canariensis* auf den Kanarischen Inseln hornartige oder geweihähnliche, harte Auswüchse erzeugt, die oft luftwurzelartig verlängert sind und früher auch für Luftwurzeln gehalten wurden. Es erscheint übrigens noch nicht sicher, ob der Pilz allein die Ursache dieser Auswüchse ist.

Weiter gehört hierher die Gattung *Microstroma* Niessl, die sich dadurch von *Exobasidium* unterscheidet, dafs die nur aus einer beschränkten Anzahl von Basidien bestehenden Lager aus den Spaltöffnungen hervorbrechen. An der Spitze erzeugen die Basidien 4—6 Sporen, welche hefeartig aussprossen. Die bekannteste Art ist *M. Juglandis* (Bereng.) Sacc., das an Walnufsblättern auf der Unterseite scharf begrenzte bräunliche Flecken bildet, auf denen die punktförmigen weifsen Konidienlager sichtbar sind.

Hymenomycetineae.

Die Hauptmenge der Autobasidiomyceten umfafst die Ordnung der Hymenomycetineae. Die systematische Gliederung in die einzelnen Familien wird durch die Art der Ausbildung des Hymeniums bedingt. Bei den niedersten Familien bildet das Hymenium noch eine mehr oder weniger deutlich ebene Fläche; die höheren Gruppen dagegen zeigen eine Gliederung insofern, als die ursprünglich ebene Fläche durch allerlei Differenzierungen vergröfsert wird. Damit wird erreicht, dafs auf demselben Flächenraum eine ungleich gröfsere Zahl von Basidien Platz hat. Die Einteilung wird am besten aus der folgenden Tabelle hervorgehen.

A. Fruchtkörper schimmelartig. Basidien locker nebeneinander stehend, meist als Seitenäste gebildet, noch nicht zu einem geschlossenen Hymenium vereinigt — Hypochnaceae

B. Fruchtkörper aus fest geschlossenem Gewebe mit differenzierten Sondergeweben bestehend:
- a. Hymenium glatt oder nur schwach warzig oder runzlig.
  1. Fruchtkörper verschieden gestaltet, lederig oder holzig, niemals keulig oder verästelt — Thelephoraceae
  2. Fruchtkörper meist fleischig, keulig oder baumförmig — Clavariaceae
- b. Hymenium nicht auf glatten Flächen verteilt:
  1. Hymenium auf Stacheln — Hydnaceae
  2. Hymenium auf deutlichen Falten oder in Röhren — Polyporaceae
  3. Hymenium auf Lamellen — Agaricaceae.

Wir beginnen mit den Hypochnaceen, welche nur geringe Bedeutung als Krankheitserreger besitzen. Die Gattung *Hypochnus* Ehrenb. zeichnet sich durch die spinnwebenartigen oder dünnfleischigen Fruchtkörper aus, die aus locker verflochtenen Hyphen zusammengesetzt sind. Die letzten Auszweigungen dieser Mycelhyphen werden von den keulig angeschwollenen Basidien gebildet, auf deren Spitze 2—4, oft aber auch sechs Sterigmen stehen. Die Sporen sind glatt und farblos. Als Parasit führt B. Frank[1]) den *Hypochnus Cucumeris* an, der an faulenden Gurkenstengeln einen grauen, abhebbaren Überzug bildet. Es erscheint zweifelhaft, ob der Pilz ein wirklicher Parasit ist und nicht blofs ein Saprophyt, dem erst durch andere Ursachen vorgearbeitet werden mufs. Dasselbe gilt für *H. Solani*, den Prillieux und Delacroix[2]) auf Kartoffelpflanzen fanden. Von gröfserer Wichtigkeit ist die Gattung *Aureobasidium* Viala et Boy.[3]) mit der Art *A. Vitis*. In den Jahren 1882—1885 trat in verschiedenen Distrikten Südfrankreichs eine Krankheit der Weinbeeren auf, die anfangs bedeutenden Schaden stiftete, dann aber zurückging. Die Beeren erhalten im Herbst einen kleinen dunklen Flecken, der sich ausbreitet. Die Haut der Beere sinkt auf mehr als ein Drittel der Beere ein und verschrumpft. Auf diesen trockenen Stellen erscheinen dann die Fruchtkörper des Pilzes, die aus winzigen, schimmelartigen Flöckchen von hellgelber Farbe bestehen. Die Basidien erzeugen meist sechs, oft aber mehr Sterigmen. Das Gewebe der Beere wird von dem reich verzweigten, aus farblosen Hyphen bestehenden Mycel durchzogen, das an bestimmten Zellen die Beerenepidermis durchbricht, um aufsen die Fruchtkörper zu bilden. Einige Jahre später wurde der Pilz dann auch auf Blättern und Schossen gefunden[4]). Die Blätter verlieren allmählich ihre grüne Färbung und werden rot. Auf den Ruten bilden sich an den befallenen Stellen rotbraune Flecken. Durch dieses Bild wird eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Rotbrenner der Reben erzielt. Auch in Mittelitalien ist die Krankheit schädigend aufgetreten, doch niemals in empfindlicher Weise trotz der scheinbar weiten Verbreitung[5]). Montemartini[6]) hat dieselbe Krankheit bei Parenzo beobachtet, wo die Weinstöcke dadurch im Jahre 1896 so geschwächt wurden, dafs sie abstarben. Hier waren aber die Fruchtkörper nicht gelb, sondern weifs, weshalb der Autor diese Art als *var. album* unterscheidet. Erwähnt sei noch, dafs Prillieux und Delacroix den Pilz zu Exobasidium gestellt haben, was sicher unzutreffend ist. Zur Bekämpfung hat man Bordeauxbrühe angewandt, aber ohne jeden Erfolg. Das Auftreten des Pilzes scheint von der Witterung abhängig zu sein, denn in besonders feuchten Jahren trat er viel intensiver auf als in trockenen. Damit stimmt auch überein, dafs die Krankheit in Mittelitalien, wo ihre Ausbreitung durch die Sommerhitze gehemmt wird, niemals allzu grofse Bedeutung gewinnt.

Über Schädlinge aus der Familie der Thelephoraceae liegen nur wenige Beobachtungen vor. Die meisten Vertreter der hierher gehörigen Gattungen sind Saprophyten; ob ihr Mycel bereits die

---

[1]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. I, 1883, S. 62.
[2]) Bull. Soc. Mycol. de France, 1891, S. 220.
[3]) Compt. rend. CXII, 1891, S. 1148; Ann. de l'École Nat. d'Agric. de Montpellier 1891; cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. II, 48.
[4]) Viala et Boyer in Compt. rend. CXIX 1894, S. 248.
[5]) Peglion in Boll. di Entom. agr. e Pat. veget. IV, 1897, S. 302.
[6]) Atti dell' Ist. bot. Univ. di Pavia V, 1897.

lebenden Äste befällt, wissen wir allerdings nicht. Die artenreiche Gattung *Stereum* Pers. besitzt verschiedene Arten, welche im Eichenholz sehr weitgehende Zersetzungserscheinungen hervorrufen können. So hat R. HARTIG[1]) näher studiert, wie *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. und *S. frustulosum* (Pers.) Fries (*Thelephora perdix* Hart.) das Eichenholz zerstören. Von dem Mycel des ersteren Pilzes wird das Holz in weifsen Zonen oder Streifen durchsetzt (gelb- oder weifsstreifiges Holz), während durch die zweite Art kleine, isolierte, weifse Partien im Holz (Fliegenholz, Rebhuhnholz) gebildet werden, welche schliefslich hohl werden. Durch das Mycel wird die Holzsubstanz in Zellulose verwandelt und die Mittellamellen und der Zellinhalt werden aufgelöst. M. C. POTTER[2]) beschreibt einen Eichenkrebs, der durch *S. quercinum* Pott. hervorgerufen werden soll. Die Krebsstellen liegen an der Basis abgestorbener Zweige, woraus mit Sicherheit hervorzugehen scheint, dafs der Pilz zuerst saprophytisch die toten Äste befällt und von da aus erst auf lebendes Gewebe übergeht. Durch die Infektion werden die Markstrahlen gebräunt und das Cambium wird teilweise getötet, wodurch klaffende Wunden entstehen. Durch das Bestreben des Baumes, diese Wunden durch Überwallung zu schliefsen, entstehen im Laufe der Jahre die grofsen, auf seitlichen Anschwellungen stehenden Krebswunden. In den Krebsstellen entstehen die zahlreichen kleinen Fruchtkörper.

Bei der Gattung *Thelephora* Ehrh. treffen wir in *T. laciniata* Pers. nicht einen eigentlichen Parasiten, sondern einen Schädling anderer Art. Die Fruchtkörper dieses Pilzes sind nämlich von weich lederiger Beschaffenheit und inkrustieren oft grofse Strecken vom Erdboden oder von Pflanzenteilen. Von dem krustigen Lager heben sich die dachziegelig gestellten, braunen Fruchtkörper ab, die ungestielt ansitzen und auf der Unterseite ein graubraunes, stumpf warziges Hymenium tragen. Wenn dieser Pilz in einen Pflanzgarten im Walde gerät, so überzieht er häufig ganze Beete mit jungen Pflänzchen und tötet sie durch Erstickung in kürzester Frist ab. Als wirklichen Parasiten hat dagegen H. v. SCHRENK[3]) die *T. galactina* Fries erkannt. Dieser Pilz kommt gewöhnlich auf Erde in Nordamerika vor, geht aber zuweilen auf die Wurzeln von Apfelbäumen über und erzeugt die „Rootrot-“ Krankheit. Es wurden junge Apfelbäume mit dem Pilze von Eichenwurzeln infiziert. Bereits nach einem Jahre starben sie ab.

Aus der Familie der Clavariaceae wäre nur die Gattung *Typhula* Fr. zu erwähnen, von der die meisten Arten ein Sclerotium bilden, aus dem der langgestielte Fruchtkörper hervorwächst. Wenn *T. graminum* Karst. von ERIKSSON als Parasit auf Weizen angegeben wird, so ist dies Vorkommen wohl nur ein zufälliges; auch bei anderen Arten könnte es ganz gut möglich sein, dafs sie gelegentlich einmal zu Parasiten werden.

Auch in der Familie der Hydnaceae finden sich nur vereinzelte parasitische Formen. Am bekanntesten ist aus der Gattung *Hydnum* L. der Apfelbaumschädling *H. Schiedermayri* Heufl[4]). Die Fruchtkörper bilden grofse, unförmliche Massen, die oft über 50 cm im Durchmesser

---

[1]) Zersetzungserscheinungen usw. 1878, S. 129 u. 103.
[2]) On a canker of the oak in Transact. of the Engl. Arboricult. Soc. 1901/02 (cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIII, S. 301).
[3]) Botan. Gazette XXXIV, 1902, S. 65.
[4]) Vgl. v. THÜMEN in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, 132.

haben und über 10 cm dick werden. Sie brechen teils aus der Rinde hervor oder bilden auf faulenden Stellen höckrig-knollige Konglomerate oder füllen endlich die Höhlungen aus, die durch Ausfaulen der Zweige entstanden sind. Anfangs besitzen die Fruchtkörper innen und aufsen eine schwefelgelbe Farbe, die mit zunehmendem Alter ins Hellbräunliche geht. Die höckrige und grubige Oberfläche ist dicht mit gelben, weichen, hängenden Stacheln bedeckt, auf denen das Hymenium sitzt. Durch das Mycel wird dem Holze des infizierten Apfelbaumes eine grüngelbe Färbung verliehen; schliefslich wird es so mürbe, dafs es sich leicht zwischen den Fingern zerreiben läfst. Ebenso wie die Fruchtkörper, so riecht auch das infizierte Holz nach Anis. Dafs der Pilz den Apfelbäumen sehr schädlich werden kann, unterliegt wohl nach den Beobachtungen SCHROETER's und v. THÜMEN's kaum einem Zweifel; genauere Angaben über die Infektion der Bäume und über die Verbreitung der Krankheit fehlen noch gänzlich. Der Pilz findet sich hauptsächlich in den Alpenländern, geht aber auch noch nördlicher nach Schlesien, Thüringen usw. *H. diversidens* Fries wird den Eichen und Buchen gefährlich. Nach R. HARTIG[1]) ist der Pilz ein Wundparasit.

Auf die Gefährlichkeit von *Irpex fusco-violaceus* (Schrad.) Fries weist N. SHILJAKOW[2]) hin, indem er nachweist, dafs der Pilz an Wundstellen in den Stamm der Kiefern eindringt und hier in charakteristischer Weise das Holz ockergelb mit weifsen Flecken färbt. Obwohl die Art in Deutschland überall gemein ist, wurde bisher eine Bestätigung dieser Resultate des russischen Autors nicht gegeben, so dafs bis auf weiteres alle daraus zu ziehenden Schlüsse noch zweifelhaft sind.

Von gröfserer Wichtigkeit für die Phytopathologie zeigt sich die Familie der Polyporaceae oder Löcherpilze. Die höchsten Formen, welche durch die *Boletus*-Arten repräsentiert werden, besitzen auf der Unterseite des Hutes Röhren, welche unter sich und vom Hutfleisch trennbar sind. *Polyporus* und die nächstverwandten Gattungen dagegen besitzen Poren, welche voneinander nicht getrennt werden können. Die niedrigste Stufe stellt die Gruppe der Merulieae dar, die in dem bekannten Hausschwamm, *Merulius lacrymans* (Wulf.) Schum., ihren weitverbreiteten und gefürchteten Vertreter besitzt. Es ist hier nicht der Ort, ausführlich auf diesen überall vorkommenden Zerstörer des Kiefernholzes in unseren Wohnhäusern einzugehen. Während man früher annahm, dafs der „Schwamm" eine echte Kulturpflanze sei und aufserhalb der menschlichen Wohnstätten sich nicht mehr fände, ergaben genauere Nachforschungen der letzen Jahrzehnte, dafs der Merulius bereits im Walde an Kiefernstümpfen und abgeschlagenem Kiefernholz nicht selten ist, wenn auch nicht immer die Bedingungen zu seiner Fruktifikation vorhanden sind. Es bleibt allerdings höchst unwahrscheinlich, dafs das Mycel lebendes Holz angreift; dafür ist bisher kein Beweis erbracht, so dafs der Hausschwamm den Parasiten nicht zuzurechnen ist. Die von O. APPEL[3]) mit dieser Fragestellung unternommenen Versuche ergaben keine Entscheidung.

---

[1]) Zersetzungserscheinungen usw. S. 124.

[2]) Scripta bot. Hort. Petrop. III, 1890, S. 84.

[3]) Arb. a. d. Kais. Biol. Anst. usw. V, 1906, S. 204.

Zur Übersicht über die wichtigeren Gattungen der Polyporeae diene die folgende Tabelle:

A. Hymenium auf lamellenartigen Adern stehend — Favolus

B. Hymenium nicht Röhren, sondern labyrinthartige Gänge umkleidend:
  a. Gänge mehr langgestreckt, lamellenartig — Lenzites
  b. Gänge mehr labyrinthartig — Daedalea

C. Hymenium das Innere von Röhren auskleidend:
  a. Substanz zwischen den Röhren von der des Hutes verschieden:
    1. Fruchtkörper umgewendet aufgewachsen — Poria
    2. Fruchtkörper halbiert oder hutförmig, sitzend oder gestielt:
      I. Fruchtkörper von Anfang an mehr oder weniger holzig — Fomes
      II. Fruchtkörper anfangs fleischig, dann hart werdend — Polyporus
      III. Fruchtkörper häutig, lederig oder wergartig — Polystictus
  b. Substanz zwischen den Röhren der des Hutes gleich — Trametes.

In Südeuropa tritt an Obstbäumen häufig *Favolus europaeus* Fries auf. Die Hüte sind weifslich, dünn, zähfleischig und fast rund. Der kurze Stiel sitzt seitlich am Hut; die Hutunterseite wird von niedrigen lamellenartigen Leisten, die anastomosieren, netzförmig gefeldert. Auf den Felderungen sitzt das Hymenium. Der nördlichste Punkt, wo er noch schädigend auftritt, dürfte die Schweiz sein. H. Müller-Thurgau[1]) hat den Schädling auf Nufsbäumen beobachtet, wo er zuerst in den höheren Partien auftrat und dann allmählich die dickeren Äste und den Stamm zum Absterben brachte. Die Infektion erfolgt an zufälligen Astwunden, die häufig beim Pflücken der Früchte beigebracht werden, und läfst sich daher am leichtesten durch sorgfältige Behandlung der Bäume vermeiden.

Die beiden Gattungen *Lenzites* Fr. und *Daedalea* Pers. unterscheiden sich hauptsächlich durch das Hymenium. Während bei ersterer Gattung Lamellen, die spärlich anastomosieren, vorhanden sind, besitzt die letztere gewundene, unregelmäfsig gestaltete Gänge. Die Arten kommen alle auf abgestorbenem Holz vor, doch steht fast mit Sicherheit zu vermuten, dafs das Mycel sich entweder unmittelbar oder mittelbar an der Abtötung des Holzes beteiligt. Genauere Untersuchungen darüber stehen noch aus. Überall verbreitet ist *L. sepiaria* (Wulf.) Fr. auf Kiefern, *L. abietina* (Bull.) Fr. auf Tannen und Fichten; beide kommen häufig auch an bearbeitetem Holz vor. Von *Daedalea* ist die häufigste Art *D. quercina* (L.) Pers., die mit ihren korkigen Fruchtkörpern an Eichen- und Buchenstämmen ansitzt.

Die echten Löcherpilze hat man früher in der einen Gattung Polyporus vereinigt; die neuere Systematik hat von dieser ungeheuer

[1]) Jahresber. d. Deutsch-schweiz. Versuchsstat. Wädensweil XI, 1902.

großen Gattung kleinere abgetrennt, deren kurze Charakteristik bereits in der Übersichtstabelle gegeben wurde. Alle die hier zu besprechenden Pilze sind Holzzerstörer; sie dringen als Wundparasiten in den lebenden Baum ein und zersetzen die Holzsubstanz durch ausgeschiedene Fermente[1]).

Die Gattung *Poria* Pers. besitzt sogenannte umgewendete Fruchtkörper, d. h. eine flache Schicht, die das Holzstück überzieht und auf der die Poren sitzen. Der bekannteste Vertreter ist *P. vaporaria* Pers., die mit ihren krustenförmigen, weißen Lagern an Brettern und an Rinde von Coniferen oft weite Strecken überzieht. Das Mycel macht das Holz rotfaul und mürbe; auf der Oberfläche kann sich das weiße Mycel schleier- oder strangförmig fächerartig ausbreiten. So findet man ihn besonders häufig auf Bauholz und auf Balken in Häusern, indem er, ähnlich dem Hausschwamm, schnelle Holzzerstörungen verursacht. Über die Infektion der lebenden Stämme wissen wir nichts Sicheres. *P. laevigata* Fries besitzt dunkelbraune Krusten, die an Birken auftreten. Das Mycel durchwuchert hauptsächlich das Holzparenchym und trennt dadurch die einzelnen Jahresringe als Hohlcylinder voneinander ab. Nach R. Mayr ist der Pilz ein gefährlicher Parasit. *P. subacida* Pers. ist nach v. Schrenk ein Schädling nordamerikanischer Kiefern.

Die Gattungen *Fomes* Fries, *Polyporus* Mich. und *Polystictus* Fries unterscheiden sich durch die Konsistenz der Fruchtkörpersubstanz voneinander. *Fomes* hat von vornherein holzige Hüte, während bei *Polyporus* zuerst das Hutfleisch eine weichere fleischartige und erst später eine harte Beschaffenheit besitzt. *Polystictus* endlich besitzt niemals holzige Hüte, sondern wergartig weiche oder lederige. Bei diesen Gattungen finden sich verschieden geformte Hüte, und man unterscheidet danach Sektionen. Entweder bilden die Hüte wie bei Poria ausgegossene Krusten, die sich am Rande abheben, oder sie bilden einzelne bis in großer Zahl übereinander stehende Konsolen, die teils ganz ungestielt, teils mit kurzem Stiel ansitzen können. Endlich kommen auch deutliche Stiele vor, die entweder seitlich oder zentral dem Hute angesetzt sind.

Zu der Gattung *Fomes* gehören die bekannten Zunder- oder Feuerschwämme. Der echte Zunderschwamm, *F. fomentarius* (L.) Fries, findet sich hauptsächlich an Buchen und bildet seine umgekehrt konsolenförmigen, dicken, anfangs bräunlichen und feinfilzigen, später grauen und glatten Fruchtkörper oft in großer Zahl an den befallenen Stämmen aus. Die Hutoberfläche ist konzentrisch gezont, die Poren sind graubraun. Im Innern des Hutes befindet sich ein homogenes, zunderartiges Gewebe. Das Mycel sitzt im Innern des Stammes und macht das Holz weißfaul. Bei der fortgeschritteneren Forstwirtschaft läßt man die vom Zunderschwamm befallenen Bäume nicht mehr stehen, sondern beseitigt sie möglichst bald, um Ansteckungen zu vermeiden. Infolgedessen ist der Zunderschwamm bei uns seltener geworden, und es wäre heute wohl kaum mehr möglich, den Bedarf an Zunder, Mützen und anderen Sachen, der in früheren Jahren sehr lebhaft war, zu decken. An Eichen, Weiden, Apfelbäumen u. a. tritt der falsche Feuerschwamm, *F. igniarius* (L.) Fries, auf, der äußerlich dem *F. fomen-*

[1]) Vgl. E. Bourquelot in Bull. Soc. Myc. de France 1894, S. 50; F. Czapek in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1899, S. 166.

tarius gleicht, aber eine sehr harte Aufsenrinde und viel härteres Innengewebe besitzt. Das Holz wird weifsfaul, indem es sich zuerst dunkel, danach gelbweifs färbt und weich wird. Die Fruchtkörper werden häufig zu Konsolen, Bilderrahmen u. a. verarbeitet. Über die Infektion der Nährbäume durch diese Pilze ist nichts bekannt; wahrscheinlich sind sie, ebenso wie die meisten der später zu besprechenden, ursprünglich Wundparasiten, die erst von abgestorbenen Stellen aus das lebende Gewebe angreifen.

Besonders gefürchtet ist der Kiefernwurzelschwamm, *F. annosus* Fries (*Trametes radiciperda* R. Hart., *Heterobasidion annosum* Bref.). Die dünnen Fruchtkörper haben verschiedenartige Gestalt, je nachdem sie oberirdisch an den Stämmen oder fast unterirdisch an den Wurzeln sitzen. Meist zeigen sie halbkreisförmige Gestalt; die Oberfläche ist kastanienbraun, runzlig und gezont, die sehr feine Poren tragende Unterseite weifs bis hellgelblich. Das Innengewebe ist ziemlich holzig und weifs. Die eiförmigen Sporen keimen in Nährlösungen leicht und erzeugen Konidienträger, welche den Basidien aufserordentlich ähnlich sehen. Das Mycel macht das Holz rotfaul. Zuerst treten radiale, dunkellila gefärbte Streifen im Holze auf, später erfolgt eine Bräunung, und es erscheinen die Mycelknäule als schwarze, isolierte Flecken. Durch Auflösung der inkrustierenden Substanzen des Holzes werden diese schwarzen Punkte mit einem weifsen Hof umgeben. Die Lösung der Holzsubstanz erfolgt vom Zelllumen aus, erst zuletzt schwindet auch die Mittellamelle. Der Pilz findet sich an allen Nadelhölzern, besonders Kiefern und Fichten, aber auch an Laubhölzern. Der Schaden, den er alljährlich in den Beständen stiftet, ist ein sehr bedeutender, so dafs von seiten der Forstleute alles aufgeboten worden ist, um des gefährlichen Feindes Herr zu werden. Der Parasit findet sich in einzelnen im Walde zerstreuten Herden und verbreitet sich von da aus weiter. Man hat nun empfohlen, diese Herde durch Gräben zu isolieren und die erkrankten Stämme an Ort und Stelle durch Feuer zu vernichten. Diese Mafsregel beruht auf der Annahme, die Hartig machte, dafs die Verbreitung des Mycels durch den Boden von Wurzel zu Wurzel erfolge. Nach den Erfahrungen, die Brefeld und Möller gemacht haben, scheint aber diese Art der Verbreitung nicht besonders häufig zu sein, sondern die Basidiensporen (vielleicht auch die Konidien) tragen mehr zur Verbreitung des Schädlings bei. Es wäre, wenn die letztere Annahme richtig ist, dann viel mehr die Vernichtung der Hüte anzustreben. Sehr häufig sitzen die Fruchtkörper am Wurzelhals des Stammes, oft noch in Moos verborgen, sind also nicht ohne weiteres zu sehen. Wie das Eindringen des Mycels erfolgt, darüber ist bisher nichts bekannt geworden.

Von anderen Arten der Gattungen nenne ich noch folgende. *F. fulvus* (Scop.) Fries befällt aufser wildwachsende Laubbäume auch die Zwetschenbäume. Ein Varietät *Oleae* dieser Art findet sich an Olivenbäumen in Oberitalien und gibt Veranlassung dazu, dafs die Stämme durch Ausfaulen des Holzes zweibeinig werden. *F. Hartigii* Allesch. erzeugt eine Weifsfäule bei Tannen und Fichten. *F. pinicola* Fries findet sich besonders an Kiefernstämmen. *F. Ribis* (Schum.) Fries schädigt in sehr ausgedehntem Mafse die *Ribes*-Stämme; seine rostbraunen, dachziegelig übereinanderstehenden, innen braungelben Hüte bildet er am Grunde alter Ribesstämme aus. *F. ulmarius* Fries soll nach einer Beobachtung Plowright's den Ulmen besonders schädlich

werden. *F. applanatus* (Pers.) Wallr. und *F. marginatus* Fries kommen vielfach an Laubbäumen vor. Alle diese Arten und noch manche andere mögen unter Umständen Schaden stiften können; Näheres über die Art ihres Parasitismus und ihrer Entwicklung wissen wir nicht. *F. nigricans* Fries ist ein gefährlicher Schädling der Birken, wie LINDROTH nachgewiesen hat. Auf *Juniperus virginiana* erzeugt nach v. SCHRENK *F. carneus* Nees eine gefährliche Rotfäule, während *F. juniperinus* (v. Schr.) Sacc. et Syd. der Urheber einer Weifsfäule wird. Beide Pilze werden erst verderblich, wenn sie bis an das Kernholz gelangen, was ihnen durch Benutzung von Käfergängen möglich wird. Es mufs deshalb in erster Linie die Bekämpfung der Käfer erfolgen.

Als einen der bekanntesten Vertreter der Gattung *Polyporus* Mich. möchte ich *P. caudicinus* (Schaeff.) Schroet. (*P. sulphureus* Fries) erwähnen. Die Fruchtkörper, die häufig in vielen Exemplaren zu unförmlichen Massen verwachsen, sitzen ohne Stiel an und haben zuerst ein weich-fleischiges Gefüge, erhärten aber später. Das Fleisch ist weifs, die Oberfläche hellgelb bis orangefarben: die Poren haben hellgelbe Mündungen. Das Mycel erzeugt eine Rotfäule und befällt sehr viele Laubbäume, so Pappeln, Eichen, Erlen, Weiden, Obstbäume usw., verschmäht aber auch die Nadelhölzer nicht. Der Pilz ist sehr schädlich. und die von ihm befallenen Bäume sterben schnell ab; über die Art der Infektion ist ebensowenig etwas bekannt wie bei den folgenden Arten. *P. pseudoigniarius* Bull. (*P. dryadeus* Fries) besitzt ziemlich grofse, braune Fruchtkörper, die anfangs fleischig, später korkig sind und sehr lange, mit rostfarbenen Mündungen versehene Röhren besitzen. Die Art kommt hauptsächlich an Eichen vor und tritt viel seltener als die vorige auf. Eine sehr häufige Erscheinung in der ganzen nördlichen gemäfsigten Zone ist *P. betulinus* (Bull.) Fries, dessen hufförmige Konsolen auf der Oberfläche bräunlich, auf der Unterseite rein weifs sind. Das anfangs weiche Fleisch wird später korkig, unter Beibehaltung seiner weifsen Farbe. Charakteristisch ist die Ablösbarkeit der Rinde und der Porenschicht. Es unterliegt keinem Zweifel, dafs der Birkenschwamm ein gefährlicher Parasit der Birken ist; sobald sich an einem Stamme die Fruchtkörper zeigen, so geht er in kurzer Zeit zugrunde. Die Verbreitung des Mycels erfolgt in vertikaler Richtung und geht in der Rinde wie im Holz vor sich. *P. squamosus* (Huds.) Fries findet sich an Laubhölzern häufig und greift auch Nufsbäume und Zierbäume an. Der grofse, halbkreis- oder nierenförmige Hut ist auf der gelblichen Oberfläche mit braunen, flachen, konzentrischen Schuppen bedeckt, während die Poren gelbliche Farbe besitzen und in der Nähe des kurzen Stieles weit herablaufen. Das Holz wird durch den Pilz weifsfaul gemacht. Auf Kiefern und Weymouthskiefern findet sich *P. sistotremoides* Alb. et Schw. (*P. Schweinitzii* Fries) mit grofsen, schwammig-korkigen, dachziegelig übereinander stehenden, zuletzt kastanienbraunen Hüten. Die Poren sind gelbgrünlich, werden aber später rostbraun. Das Holz nimmt unter dem Einflufs des Mycels eine braunrote Färbung an und wird zuletzt so mürbe, dafs es sich zwischen den Fingern zerreiben läfst. An allerlei Laubbäumen kommt *P. hispidus* (Bull.) Fries vor. Die Hüte sind dick polsterförmig, oberseits rauh, braun, im Innern fleischig-schwammig, ebenfalls braun. Das Hymenium ist braun mit kleinen rundlichen Poren. Der Pilz findet sich besonders häufig an Apfelbäumen und scheint an Frostrissen

seine Eingangspforte zu finden. In Südfrankreich wird er auch den Maulbeerbäumen gefährlich. *P. borealis* (Wahlenb.) Fries kommt an Nadelhölzern, hauptsächlich an Fichten vor und bildet zahlreich beisammenstehende, konsolenförmige, weifse, fleischige Fruchtkörper. Die Zersetzung des Holzes geht in sehr charakteristischer Weise vor sich, indem es durch zahlreiche feine Risse, die mit weifsem Mycel erfüllt sind, in lauter kleine Würfel zerlegt wird. *P. ponderosus* v. Schrenk zerstört in Nordamerika ganze Bestände von *Pinus ponderosa*, indem er eine Rotfäule des Holzes erzeugt. Aufser den genannten Arten werden sich gewifs noch viele andere als Parasiten nachweisen lassen; da sie aber hauptsächlich im Walde an Beständen forstlich wichtiger Bäume auftreten, so interessieren sie uns für die Zwecke unseres Handbuches weniger.

Von der Gattung *Polystictus* Fries möchte ich nur *P. versicolor* (L.) Fries und *P. velutinus* (Pers.) Fries erwähnen, die beide an alten Stümpfen gemein sind. Wie weit sie sich etwa schon im lebenden Holz finden, steht noch nicht fest.

Wir kommen nun zur Gattung *Trametes* Fries, von der hauptsächlich die Art *T. Pini* (Brot.) Fries zu erwähnen ist. Der Unterschied der Gattung gegenüber *Polyporus* ist nur sehr geringfügig, da es durchaus nicht immer offensichtig ist, dafs die unveränderte Hutsubstanz zwischen die Poren hinabgeht. Spätere Forschungen werden deshalb vielleicht eine andere Abgrenzung ergeben. Der genannte Kiefernbaumschwamm fügt den Kiefern einen ungeheuren Schaden alljährlich zu und gehört deshalb zu den gefürchtetsten Feinden unserer Forstkultur. Die von ihm erzeugte Holzzersetzung wird als Ring-, Kern- oder Rotfäule bezeichnet. Die Hüte sind meist konsolenförmig, besitzen ein festes, holzig-korkiges, gelbbraunes Innere. Die konzentrisch gezonte Oberfläche ist dunkelbraun, rauh-zottig und wird später fast schwarz und rissig; die Mündungen der Poren sind gelb, später ockerbraun. Meistens kommen die Fruchtkörper an der Ansatzstelle von abgebrochenen Ästen zum Vorschein und können viele Jahre perennieren, indem sie ständig ihren Durchmesser vergröfsern. Bereits R. Hartig hat die Lebensgeschichte des Pilzes eingehend studiert, und neuerdings sind diese Untersuchungen durch A. Möller[1]) erweitert und vervollständigt worden. Daraus ergibt sich, dafs die Verbreitung hauptsächlich durch Sporen erfolgt, welche an Stamm- oder Astwunden Gelegenheit zur Keimung erhalten. Von solchen Stellen aus wuchert das Mycel im gesunden Holz weiter, indem es sich vertikal besonders in den einzelnen Jahresringen ausbreitet. Dadurch entstehen im Holze braune Längsstreifen und peripherische Ringzonen. Dafs die Sporen und nicht etwa ein im Boden lebendes Mycel die Ursache der Ansteckung sind, folgt daraus, dafs die Verbreitung des Mycels niemals von unten her erfolgt, sondern stets von einer gewissen Höhe des Stammes nach oben und nach unten. Ferner finden sich die Infektionsstellen stets in der Richtung des herrschenden Windes, bei uns in Deutschland also der westlichen Winde. Infolgedessen entstehen auch, da das Mycel selten um den ganzen Holzring herumgreift, die Fruchtkörper in weitaus den meisten Fällen an der Westseite der Bäume. Konidienträger kommen nicht vor. Aus diesen kurzen Andeutungen

---

[1]) Über die Notwendigkeit und Möglichkeit wirksamer Bekämpfung des Kiefernbaumschwammes in Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1904, S. 677.

läfst sich mit Sicherheit abnehmen, welche Bekämpfungsmafsregeln zu befolgen sind. Es erscheint notwendig, die Fruchtkörper abzuschlagen und zu vernichten. Die entstandenen Wunden sind mit Raupenleim zu bestreichen, damit keine neuen Hüte hervorwachsen. Ältere Bäume, die natürlich dem Absterben infolge des Angriffes des Pilzes am leichtesten anheimfallen, sind zu fällen. Natürlich können diese durchgreifenden Vernichtungsmafsregeln nur dann auf Erfolg rechnen, wenn alle Forstbeamten eines grofsen Landgebietes in der gleichen Weise vorgehen. Aufser an der Kiefer ist der Schädling auch an anderen Koniferen beobachtet worden, doch scheint er an ihnen weniger Schaden zu stiften. Für das Zustandekommen der Infektion kommt nur das Vorhandensein einer Wunde in Betracht, nicht aber eine Disposition der Bäume, etwa infolge schlechter Bodenverhältnisse. Die Impfversuche, die von den beiden obengenannten Autoren angestellt wurden, ergaben fast stets, dafs von dem in das gesunde Holz eingesetzten rotfaulen Holzstück eine Weiterverbreitung des Mycels auf das lebende Gewebe erfolgt war.

Zu erwähnen wäre von der Untergruppe der Fistulineae die Gattung *Fistulina* Bull. mit der Art *F. hepatica* (Schaeff.) Fries, dem Leberschwamm. Dieser Pilz bildet oft sehr grofse, zungenförmige, dicke Fruchtkörper, die hinten stielartig zusammengezogen sind und aufsen braunrot und mit Haaren bedeckt sind. Innen zeigen die Hüte ein grobfaseriges, zähes, blutrotes und einen rötlichen Saft von sich gebendes Gewebe. Man findet den Pilz hauptsächlich an Eichen. Obwohl bisher über die Schädlichkeit dieses Pilzes wenig bekannt ist, so scheint er doch in den Beständen älterer Eichen gröfsere Verwüstungen anzurichten, als man bisher annahm. Es empfiehlt sich, auf den Pilz näher zu achten.

Die Familie der Agaricaceae, welche als die höchststehende der gymnocarpen Basidiomyceten betrachtet wird, zeichnet sich dadurch aus, dafs das Hymenium auf blattartigen Lamellen (seltener anastomosierenden Leisten) auf der Unterseite des Hutes steht. Die meist fleischigen Hüte zeigen fast stets einen zentralen Stiel, seltener sind sie lateral oder exzentrisch gestielt. Von den zahlreichen hierher gehörigen Formen interessieren uns nur wenige und meist solche, die an forstlich wichtigen Bäumen vorkommen. Über die Art des Parasitismus dieser Pilze existieren nur wenige Angaben, wahrscheinlich sind viele von ihnen Parasiten auf Baumwurzeln; ob sie lebendes Gewebe unmittelbar angreifen können oder ob sie nur Wundparasiten sind, wissen wir, mit wenigen Ausnahmen, nicht. Von einer Aufzählung aller Unterfamilien sehe ich ab, sondern führe nur die hier in Betracht kommenden auf.

Die am tiefsten stehende Unterfamilie sind die Cantharelleae, die sich durch Adern und Leisten auf der Unterseite auszeichnen, welche unter sich durch Querfalten mehrfach verbunden sind. *Trogia faginea* (Schrad.) Schroet. sitzt mit seinen dünnen, häutigen, becherförmigen, kleinen Fruchtkörpern auf Birken, Haseln, Buchen und anderen Laubbäumen und soll ihnen Schaden zufügen[1]). Von den Paxilleae erwähne ich nur die bekannte Gattung *Paxillus* mit der

---

[1]) Über holzzerstörende Agaricinen vergl. besonders F. Hennings in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIII, 1903, S. 198 u. Hedwigia XLII, 1903, S. 178 (u. 223); E. Rostrup, Plantepat. S. 390.

besonders an Kiefernstümpfen vorkommenden Art *P. acheruntius* (Humb.) Schroet. Durch das gelbbraune Mycel wird das Holz an der Oberseite zerstört und erscheint oft von dem rosenrötlichen Luftmycel überzogen. Durch die längs der Schneide aufgespaltenen Lamellen zeichnet sich die Unterfamilie der Schizophylleae aus. Hierher gehört ein kosmopolitischer, überall sehr häufiger Pilz *Schizophyllum alneum* (L.) Schroet. Die an einem Punkte seitlich befestigten Fruchtkörper sind flach vorgestreckt und besitzen eine filzig-weifse Oberseite. Die Lamellen strahlen vom Anheftungspunkte aus und sind anfangs grau, später violettbraun und an der zerspaltenen Schneide weifs behaart. Bei der weiten Verbreitung des Pilzes wurde er bald als Schädling erkannt, namentlich an den Maulbeerbäumen in Südfrankreich und an den Orangenbäumen in Norditalien. F. Guéguen[2]) weist ihn als Holzschädling der efsbaren Kastanie nach. In Deutschland, wo Schizophyllum nur zerstreut auftritt, wurden bisher keine Schädigungen der befallenen Laub- oder Nadelhölzer wahrscheinlich gemacht. Die Marasmieae zeichnen sich durch den zähen, fast lederigen Hut aus, der bei Wassermangel vertrocknet, aber nachher seine Form wieder annehmen kann. *Lentinus squamosus* (Schaeff.) Schroet. (= *L. lepideus* Fr.) befällt besonders bearbeitetes Holz und findet sich auf Kiefernbalken in Gebäuden oder in Bergwerken recht häufig. Im Dunkeln erzeugt er nicht regelmäfsig ausgebildete Hüte, sondern absonderliche stift- oder geweihartige Formen von oft ungewöhnlicher Länge. Das Holz wird schnell zerstört und bedeckt sich meist mit einem weifsen häutig-lederigen Mycelüberzug. *L. conchatus* (Bull.) Schroet. kommt in rasigen Gruppen an Laubhölzern vor und kann besonders der Birke schädlich werden. Verbreitet ist auch *L.* (*Panus*) *stipticus* (Bull.) Schroet., der an Stümpfen aller möglichen Laubbäume nicht selten ist; bisher ist über seine Schädlichkeit nichts Sicheres bekannt geworden. Von der Gattung *Marasmius* Fries wäre *M. Sacchari* Wakker[3]) zu erwähnen. Er erzeugt die Donkellankrankheit des Zuckerrohrs auf Java. Namentlich haben die Stecklinge in den Treibbeeten zu leiden; sie stellen plötzlich das Wachstum ein und lassen die Blätter von der Spitze aus vertrocknen. Die Enden der Stecklinge faulen und im Innern zeigen sich mit Mycel erfüllte Höhlen; der in der Erde steckende Teil des Stecklings ist orangerot gefärbt. Aus dem Mycel wurde der genannte *Marasmius* erzogen, der ein ziemlich kleiner, weifslicher, etwas behaarter Pilz ist mit einem etwa 15 mm breiten Hut und etwa doppelt so langem Stiel. In die älteren Pflanzen dringt er nur bei Verletzungen ein. Für die Bekämpfung ergibt sich, dafs die Enden der Stecklinge geteert werden müssen, um dem Mycel das Eindringen zu verwehren. Aus einmal verseuchten Beeten dürfen natürlich keine Pflanzen für die Freilandkultur entnommen werden.

Die Unterfamilie der Agariceae umfafst die meisten Gattungen und Arten und zeichnet sich durch die fleischigen, faulenden Fruchtkörper und die weichen, spaltbaren Lamellen aus. Die Charakterisierung der Gattungen läfst bei den aufserordentlich schwankenden Eigenschaften viel zu wünschen übrig; unsere heutige Einteilung kann nur als Notbehelf dienen und gründet sich besonders auf die Sporen-

---

[1]) Le Schizophyllum commune in Bull. Soc. Myc. de France XVII, 1901, S. 283.

[2]) Centralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt. II, 1896, S. 44; Wakker en Went, De Ziekten van het Suikerriet, S. 49.

farbe und auf das Vorhandensein von Geweben, welche in der Jugend den Hut und den Stiel in bestimmter Weise einhüllen und im Alter als Schleier oder Ring noch sichtbar sind. Als Holzschädlinge werden zwar viele Arten angegeben, doch scheinen sie mit wenigen Ausnahmen nur gelegentlich lebendes Gewebe zu befallen. *Psilocybe spadicea* (Schaeff.) Fr. kommt an Wurzeln und Stümpfen verschiedener Laubbäume vor, findet sich aber auch in dichten Gruppen bisweilen an Wundstellen. Von der Gattung *Hypholoma* Fr. sind drei Arten sehr bekannt und verbreitet, die alle auf Stümpfen in dichten Gruppen anzutreffen sind: *H. appendiculatum* (Bull.) Karst., *H. fasciculare* (Huds.) Fr. und *H. lateritium* (Schaeff.) Schroet. In den meisten Fällen wachsen sie wohl als Saprophyten, indessen gibt E. Rostrup von *H. fasciculare* an, daſs das Mycel von der Wurzel in das Stammholz hinaufwächst und dort eine Weiſsfäule erzeugt. F. Ludwig hat bei demselben Pilze beobachtet, daſs er junge Kiefern zugrunde gerichtet hat. Mc Alpine hat ihn in Australien als Ursache einer Wurzelfäule der Himbeeren erkannt. Nähere Einzelheiten kennt man nicht. *Flammula alnicola* Fries wächst in dichten Rasen auf Laubholzstümpfen, gelegentlich aber auch auf Wurzeln; wahrscheinlich ist der Pilz Wurzelparasit. Von der Gattung *Pholiota* Fr. kommen sehr viele auf Stümpfen vor. eine ganze Anzahl ist wahrscheinlich den Bäumen sehr schädlich. *P. aurivella* (Batsch) Quél. kommt an Laubhölzern, bisweilen auch an Apfelbäumen vor. *P. spectabilis* Fries wächst auf Eichen und Erlen, selten auch an lebenden Stämmen dieser Bäume. *P. mutabilis* (Schaeff.) Quél., der Stockschwamm, ist an Waldbäumen sehr häufig; er wächst am liebsten auf Wurzeln, verschmäht aber auch die Stümpfe nicht. *P. squarrosa* (Müll.) Karst. ist ein häufiger Bewohner der Laubholzstümpfe; in der Schweiz schädigt er die Apfelbäume empfindlich. Das Mycel sitzt in den dickeren Wurzeln und am Grunde des Stammes, wodurch die Ausbildung der Krone sehr verzögert wird. Im Stamm wird eine Weiſsfäule des Holzes erzeugt. *P. adiposa* Fries soll namentlich an Weiſstannen vorkommen und eine Fäule des Holzes verursachen, das dadurch in einzelne Jahresabschnitte zerlegt wird. In der Regel scheint die Art aber nur Laubbäume zu befallen. Endlich wäre noch *P. destruens* Brond. zu nennen; er wird besonders den Pappeln gefährlich, indem das Mycel eine Weiſsfäule erzeugt. Auſser bei *P. adiposa* sind die anatomischen Verhältnisse dieser Schädlinge sowie die Art ihrer Infektion noch nicht näher untersucht worden. *Pluteus cervinus* Schaeff. wächst an Stümpfen von Laub- und Nadelhölzern, kommt aber gelegentlich auch an lebenden Stämmen vor. *Volvaria bombycina* (Schaeff.) Quél. ist von Hennings mehrmals an lebenden Stämmen beobachtet worden. Bei der Gattung *Pleurotus* Fr. finden sich wieder mehrere Parasiten, so *P. ostreatus* Jacq., der auf sehr vielen Laubbäumen vorkommt und meist erst an den Stümpfen seine rasig gehäuften Fruchtkörper hervorbringt. Das Holz wird weiſsfaul, und die einzelnen Jahrringe werden durch die lederartigen Mycelhäute und -stränge getrennt. Ebenso verderblich ist *P. salignus* Schrad., hauptsächlich an Weiden, aber auch auf Pappeln, Maulbeerbäumen usw. vorkommend. *P. ulmarius* Bull. wächst gewöhnlich an Ulmen, an denen er oft in beträchtlicher Höhe seine Fruchtkörper entwickelt. Die befallenen Bäume gehen stets zugrunde. Auf andere Arten der Gattung ist hier nur zu verweisen. Ein sehr bekannter Pilz ist *Collybia velutipes* Curt., der schon vom zeitigen Frühjahr bis zum späten Herbst seine Rasen auf

Stümpfen oder am Grunde lebender Laubholzstämme zur Ausbildung bringt. Vielleicht ist er ein Wurzelparasit; doch genügen die bisherigen Beobachtungen nicht, um darüber volle Klarheit zu erhalten. Dasselbe gilt von *Tricholoma rutilans* Schaeff., dessen Rasen besonders an Kiefernwurzeln und -stämmen auftreten. Von der Gattung *Armillaria* Fr. wäre in erster Linie *A. mucida* (Schrad.) Quél. zu erwähnen. Die glänzend weifsen, schleimigen Hüte finden sich an Buchen oft in grofsen Mengen reihenweise an den Ästen; über die Art des Parasitismus wissen wir nichts. Bekannter ist der als Waldverwüster gefürchtete Hallimasch, *A. mellea* (Vahl) Quél. Bei der grofsen Wichtigkeit, die dieser Pilz für den Forstbau besitzt, seien über ihn einige ausführlichere Notizen gegeben.

Der Hallimasch besitzt honiggelbe, später gelbbraune Hüte, die anfangs gewölbt, später ausgebreitet sind und auf der Oberfläche haarig-zottige, zuerst gelbbraune, dann fast schwärzliche Schuppen tragen (Fig. 53). Das Fleisch wird zuletzt ziemlich zähe und ist weifs. Der Stiel ist voll, blafsrötlich, später olivenbraun, über der Mitte mit einem weifslichen, flockig-häutigen Ring. Die weifsen Lamellen stehen weitläufig, laufen etwas herab und werden zuletzt rötlich oder bräunlich flockig. Die Hüte wachsen meist in dichtem Rasen in gröfserer Zahl zusammen, oft so, dafs die unteren von den herabstäubenden Sporen der oberen dicht weifsbestäubt erscheinen. Der Pilz ist efsbar, mufs aber sehr jung verwendet werden, da die älteren Exemplare fast stets durch Insekten mehr oder weniger zerstört sind. Das Mycel des Pilzes bildet Rhizomorphen, die meist aus strang- oder bandartigen, einfachen oder verzweigten, braunen bis schwarzen Strängen bestehen. Häufig verschmelzen zuweilen in Holz und Rinde der Stämme die Stränge durch Anastomosen zu mehr oder weniger ausgedehnten Gewebeplatten (Fig. 54). Diese im Finstern leuchtenden Rhizomorphen finden sich nicht blofs im Gewebe, sondern auch im Erdboden zwischen Wurzeln, ferner freihängend in hohlen Stämmen oder in Bergwerken am Holzwerk. Sie verschmähen weder Laub- noch Nadelholz. Die Stränge bestehen aus einem filzartigen inneren Markgewebe und einer äufseren festen Rinde; am Scheitel wächst der Strang mit einer Art von Spitzenwachstum weiter. Aus der Rinde sprossen, so lange sie noch jugendlich ist, feine Fäden aus, die ins Innere des Holzes hineingehen. Besonders wird das Holzparenchym ergriffen und bei den Nadelhölzern die an einem Harzkanal gelegenen Parenchymzellen. Dadurch wird das Harz im Kanal frei und sammelt sich zu grofsen Harzbeulen in der Rinde an, wohin das Harz durch die zerstörten Gewebe strömt. Im Cambium entstehen sehr zahlreiche, grofse und abnorm ausgebildete Harzkanäle, die dem Holzring des Jahres ein sehr merkwürdiges Aussehen verleihen. Aus den Parenchymzellen geht das Mycel in die Holzzellen über und veranlafst eine Art Weifsfäule. Das Mycel wächst in eigenartiger



Fig. 53. *Armillaria mellea* (Vahl) Quél. Fruchtkörper an den Rhizomorphen *m* sitzend. *h* Hut, *l* Lamellen, *r* Ring.

Weise weiter und löst die Zellwände, nachdem zuerst der Holzstoff herausgezogen ist, vollständig auf. Gewöhnlich beginnt die Infektion von einer Wurzel aus — ob an Wunden oder an unverletzten Stellen, darüber wissen wir wenig[1]) — und verbreitet sich bis zum Wurzelhals und von da aus auf den Stamm und die übrigen Wurzeln. Sobald letztere davon ergriffen sind, vertrocknen die Bäume, meist lange bevor, ehe das Mycel von dem Cambium her durch das Holz bis zum Splint vorgedrungen ist.



Fig. 54. *Armillaria mellea* (Vahl) Quél. Rhizomorphen am Holz.

Bei der aufserordentlichen Häufigkeit des Hallimasch ist es nicht verwunderlich, wenn er alljährlich ungeheueren Schaden anrichtet, ohne dafs es bisher möglich gewesen wäre, ein Bekämpfungsmittel zu finden. Bei der Eigenschaft des Pilzes, die Rhizomorphen in der Erde ohne Wurzeln lange lebend zu erhalten, ist die Gefahr, dafs jung gepflanzte Bäume befallen werden, nicht zu vermeiden. Besonders heftig tritt die Erkrankung junger Kiefern ein, die auf Waldboden gepflanzt werden, der früher mit Laubholz bestanden war. Hier geht fast jedes Exemplar zugrunde und zeigt am Wurzelhals die eigentümlichen, wie Verdrehungen u. Verbildungen aussehenden Deformationen, die infolge des Auftretens der oben erwähnten Harzbeulen entstehen. Da in der Ebene häufig der Laubwald durch Kiefern ersetzt wird, so läfst sich dieser Schaden kaum vermeiden. Bisweilen wird das Mycel mit dem Bauholz auch in die Gebäude verschleppt; es bildet dann seine Rhizomorphen aus und zerstört das Holz sehr schnell.

Gasteromycetes.

Die hier im weitesten Sinne angenommene Abteilung der angiocarpen Basidiomyceten setzt sich aus sehr heterogenen Elementen von ganz verschiedener phylogenetischer Herkunft zusammen. Darauf habe ich um so weniger Veranlassung einzugehen, als mir von den zahlreichen hierher gehörigen Arten nur eine einzige Beobachtung über

[1]) Vergl. dazu A. Cieslar in Centralbl. f. d. ges. Forstwes. 1896; G. Wagner in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IX, 80; R. Hartig in Centralbl. f. d. ges. Forstwes. 1901, Heft V.

Parasitismus bekannt geworden ist. Ich möchte sicher annehmen, daſs auch noch andere Formen unter Umständen parasitisch wachsen können, doch ist darüber vorläufig nichts bekannt. Ich will hier nur auf eine Beobachtung G. ISTVANFFY's[1]) hinweisen, die die bekannte Gichtmorchel *Ithyphallus impudicus* (L.) Fr. als Parasiten der Reben erweist. Das strangartige Mycel dieses Pilzes legte sich den Rebenwurzeln an und drang auch in die Gewebe ein. Dadurch wird eine Art Chlorose der Blätter erzeugt, die durch braunes Eintrocknen der Ränder besonders charakterisiert ist. Da das Mycel auch auf die Rebpfähle übergehen kann, so empfiehlt sich zur Bekämpfung die Vernichtung aller Fruchtkörper und die Imprägnierung der Rebpfähle mit antiseptischen Substanzen. Es ist nicht bekannt, ob diese Krankheit auch auſserhalb Ungarns bereits einmal beobachtet worden ist.

E. Fungi imperfecti.

Die vorhergehenden Abschnitte hatten uns mit denjenigen Pilzen bekannt gemacht, bei denen eine sogenannte höhere, eine den Entwicklungsgang abschlieſsende Fruchtform zur Ausbildung kam. Bei den Ascomyceten trafen wir den Ascus, bei den Basidiomyceten die Basidie als diese höchste Fruchtform an, daneben aber kommen bei diesen Pilzen, wie wir vielfach Gelegenheit hatten zu sehen, auch Nebenfruchtformen vor, die der Hauptfruchtform zeitlich vorausgehen. Hierhin gehören die Pykniden, Konidienträger, Konidienlager, Chlamydosporen, Oidien, Hefen, nicht aber Sporangien, welche bei Mycomyceten niemals als Nebenfruchtformen auftreten. Häufig trifft man in der Natur auf solche Nebenfruchtformen, ohne daſs es möglich wäre, sie in den Entwicklungskreis eines höheren Pilzes einzureihen, nicht deswegen als ob keine höheren Fruchtformen dazu gehörten, sondern aus mangelnder Kenntnis des Entwicklungsganges. Diesen Zusammenhang aufzudecken, hat immer für eine hervorragende Aufgabe der Mykologie gegolten, und seit den Zeiten TULASNE's haben sich alle Mykologen bemüht, durch Präparation oder Kultur die Fruchtformen der höheren Pilze klarzulegen. Bis heute sind aber diese Bemühungen nur von einem geringen Erfolge begleitet gewesen, wenn man die Menge der als zugehörig erkannten Nebenfruchtformen mit der vergleicht, welche noch als isoliert betrachtet werden muſs. Ihre Zahl ist eine so groſse, daſs für sie ein eigenes System erdacht werden muſste, um sie überblicken zu können. FUCKEL hat für diese Pilze den Sammelnamen „Fungi imperfecti" geschaffen, womit er andeuten wollte, daſs ihr Entwicklungskreis noch unvollendet resp. noch nicht näher bekannt sei. Diesen Namen möchte ich als bezeichnend beibehalten und lehne deshalb neuere Namen, wie Deuteromyceten, ab. In der Übersicht auf S. 110 ist die Abteilung der Fungi imperfecti nicht ausdrücklich genannt, und ich möchte den gegenwärtigen Abschnitt als eine Art Anhang zum ganzen Pilzsystem, das in seiner Entwicklung mit den Basidiomyceten abschlieſst, auffassen.

Wie schon aus dem Gesagten hervorgeht, ist ein natürliches System der Fungi imperfecti nicht denkbar, da die Gruppe aus den

---

[1]) Über das gemeinsame Vorkommen des Ithyphalluspilzes und der Coepophagus-Milbe in Ungarn in Mathem. és természett. éstes, XXI, S. 157, Ung. (cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIV, 300).

heterogensten Elementen besteht und sogar in derselben Gattung Arten vorkommen können, die zu Arten verschiedener Ascomyceten-gattungen gehören können. J. SCHROETER hat deshalb mit richtigem Takt vorgeschlagen, nur von Formgattungen zu sprechen. Dieser Vorschlag ist insofern sehr gut, weil damit von vornherein betont wird, dafs die als Gattung zusammengefafste Artengruppe keine phylogenetische Einheit, sondern nur ein Konglomerat von äufserlich ähnlichen Arten vorstellt. Dabei kann es natürlich vorkommen, dafs ganze Reihen von Arten zu nahe verwandten Ascomyceten gehören und auf diese Art ihre nahe Verwandtschaft zeigen: ich erinnere nur an *Monilia*-Arten, die zu *Sclerotinia* und an *Fusicladium*-Arten, die zu *Venturia* gehören. Viele Arten sicherer Zugehörigkeit sind denn auch schon in den vorhergehenden Betrachtungen ausführlich beschrieben und abgebildet worden.

Unter den Basidiomyceten sind bisher nur wenige Formen bekannt geworden, die Nebenfruchtformen erzeugen. Namentlich sind es Polyporeen, die wie *Polyporus annosus* Konidienträger oder wie viele andere Vertreter der Gattung Chlamydosporen besitzen. Im allgemeinen kann man wohl sagen, wenn man von diesen wenigen Ausnahmen absieht, dafs die Hauptmasse der Fungi imperfecti zu Ascomyceten gehört.

Bei der systematischen Einteilung der ganzen Gruppe geht man davon aus, ob Konidienbehälter (Pykniden), Konidienlager oder nur einzelne Konidienträger in Betracht kommen. Danach unterscheidet man die drei Hauptabteilungen der Sphaeropsidales, Melanconiales und Hyphomycetes. Die Formausgestaltung ist bei jeder dieser Abteilungen so reichhaltig, dafs zahlreiche Gattungen unterschieden werden müssen, deren Zahl sich bei genauerer Untersuchung von Tag zu Tag vermehrt. Für die Phytopathologie kommen sehr viele Arten in Betracht, ja man kann wohl sagen, dafs die Fungi imperfecti die gröfste Zahl aller Pflanzenschädiger stellen. Häufig greift der Pilz gerade in seinen jüngern Stadien die lebenden Gewebe an, während die Ascusform erst auf dem toten Gewebe in die Erscheinung zu treten pflegt. Schon aus diesem Grunde begreift man leicht die Schwierigkeit, eine parasitische Konidienform mit einer saprophytischen Ascusfrucht in Verbindung zu setzen. Man hat von der Ascospore ausgehend sehr häufig Konidienformen gezüchtet und damit als zugehörig erwiesen, der umgekehrte Weg indessen ist durch Kultur selten gangbar. Wir kennen für die meisten Konidienformen die Bedingungen nicht, unter denen sie zur Bildung der höheren Fruchtform schreiten.

Auf eine ganz vollständige Aufzählung der parasitischen Arten und auf eine ausführliche Behandlung aller in Betracht kommenden Literatur mufs ich aus dem Grunde verzichten, weil eine solche Darstellung weit über den Rahmen des vorliegenden Handbuches hinausgehen müfste. Ich will deshalb nur versuchen, die wichtigsten Arten hervorzuheben, soweit es nicht schon in den früheren Abschnitten geschehen ist.

1. Sphaeropsidales.

Ich beginne mit denjenigen Formen, welche sich durch den Besitz von Pykniden auszeichnen. Nach der Form und nach der Öffnungsweise der Pykniden werden die folgenden Familien unterschieden.

A. Pykniden nach Art der Perithecien ungefähr kugelig, mit Porus sich öffnend
  a. Gehäuse der Pykniden schwarz, meist kohlig oder lederig — Sphaerioidaceae
  b. Gehäuse hellfarbig, fleischig oder wachsartig — Nectrioidaceae
B. Pykniden nicht kugelig
  a. Gehäuse etwa halbiert, schildförmig, ohne Mündung oder mit Öffnung oder durch Längsspalt aufreifsend — Leptostromataceae
  b. Gehäuse schüssel- oder topfförmig, zuerst geschlossen, später weit geöffnet und eine Art Scheibe entblöfsend — Excipulaceae.

Sphaerioidaceae.

Bei der Einteilung dieser und aller folgenden Familien legt man am besten das von P. A. SACCARDO zuerst konsequent durchgeführte Sporenschema zugrunde, das die Sporenteilung und Sporenfarbe in erster Linie als Einteilungsprinzip hinstellt. Sind die Sporen ungeteilt, so erhalten wir die Abteilungen der Hyalosporae und Phaeosporae, je nachdem die Sporen hyalin oder dunkelfarbig sind; bei Zweizelligkeit hätten wir dann die Hyalodidymae und Phaeodidymae; bei drei und mehr Zellen Hyalophragmiae und Phaeophragmiae; bei mauerförmiger Sporenteilung Hyalodictyae und Phaeodictyae. Endlich werden noch die Scolecosporae mit lang wurmförmigen, die Helicosporae mit spiralig gerollten und die Staurosporae mit sternförmigen Sporen unterschieden. Nicht bei allen Familien sind alle Gruppen bekannt, sondern meistens sind nur einige davon vertreten.

Wir beginnen mit der wichtigen Gruppe der Hyalosporae mit einzelligen, farblosen Sporen. Unter diesen ist eine Gattungsgruppe besonders bemerkenswert, sowohl wegen der Häufigkeit ihres Vorkommens als auch wegen der grofsen Zahl von Parasiten. Das Mycel dieser Gattungen wuchert im Pflanzengewebe; die etwa kugeligen, schwarzen Pykniden entwickeln sich in lebendem oder in totem Gewebe. Die Pykniden entstehen im Innern des Gewebes und werfen erst beim Reifen die deckende Schicht ab. Die Unterschiede der drei Gattungen sind rein konventionell und mehr deshalb aufgestellt, um die Masse der Arten wenigstens etwas zerteilen zu können. Wenn diese geschilderten Pykniden auf Blättern vorkommen, so nennen wir sie *Phyllosticta*, wachsen sie auf anderen Pflanzenteilen, so heifsen sie *Phoma*. Im allgemeinen sind die Sporen bei diesen Gattungen klein, gewöhnlich weit unter 15 μ lang; einige Arten aber haben riesige Sporen, die über 15 μ hinausgehen, solche nennt man *Macrophoma*. Die Sporen haben bei diesen Gattungen eiförmige oder etwas längliche Gestalt und sind ganz farblos, höchstens schwach grünlich gefärbt.

Phyllosticta Pers. bildet auf den befallenen Blättern meist verfärbte oder weifse Flecken, deren Berandung je nach der Art sehr verschieden ist. Die winzigen Pykniden fallen als kleine schwarze Pünktchen im

Bereich des Fleckens ins Auge. Häufig bricht der trocken werdende Flecken aus und die Blätter bekommen dadurch entstellende Löcher, welche namentlich Gartenpflanzen aufserordentlich entwerten. Wahrscheinlich müssen hier auch viele Arten der alten Sammelgattung *Depazea* untergebracht werden, von der keine Sporen bekannt sind. Da die Schädigungen, welche von *Phyllosticta*-Arten hervorgebracht werden, sich nur auf die Blätter erstrecken und auch diese nur in den wenigsten Fällen vollständig zerstört werden, so wird der angerichtete Schaden bei ausdauernden Pflanzen kaum allzu bedeutend werden, wohl aber bei einjährigen Kräutern. Von den zahlreichen Arten seien nur die folgenden aufgeführt. *P. maculiformis* (Pers.) Sacc. kommt namentlich auf den Blättern der Efskastanie vor und erzeugt die Pykniden in kleinen dicht zusammenstehenden Gruppen. Die Krankheit ist hauptsächlich in Oberitalien weit verbreitet und schädigt den Fruchtertrag. Der Pilz kommt auch auf andern Fagaceen vor und soll zu *Mycosphaerella maculiformis* gehören. Auf Prunoideen kommen verschiedene Arten vor, welche die Blätter durchlöchern[1]), so *P. prunicola* Sacc. auf Kirsch- und Zwetschenbäumen, auch auf anderen *Prunus*-Arten sowie auf *Pirus*. Die von dem Pilze gebildeten Flecken sind klein, rundlich und tragen mehrere Pykniden, welche die Epidermis sternförmig aufreifsen und ihre Sporen in Ranken austreten lassen. *P. Persicae* Sacc. hat rundliche, blutrot umrandete und oft konzentrisch gezonte Flecken und kommt in Italien und Portugal auf Pfirsichblättern vor. *P. Beijerinckii* Vuill. auf den Flecken von *Coryneum Beijerinckii* an Kirschen, Pflaumen, Aprikosen und Pfirsichen sitzend wurde von R. Aderhold kultiviert, der den von Vuillemin behaupteten Zusammenhang mit dem Coryneum nicht bestätigen konnte. Auf Apfel- und Birnblättern finden sich *P. piricola* Sacc. et Speg., *P. pirina* Sacc., *P. Mali* Prill. et Delacr. u. a., ohne dafs eine nähere Untersuchung bisher die Artberechtigung dargetan hätte. Auf Rosen und Himbeeren kommen *P. Rosae* Desm. und *P. argillacea* Bres. vor. An Erdbeerblättern kommt *P. fragariicola* Desm. et Rob. in fast ganz Europa vor. Der Weinstock wird in Südeuropa von mehreren Arten bewohnt: *P. Vitis* Sacc., *P. succedanea* (Pass.) All. u. a. In Nordamerika wird der Sellerie von *P. Apii* Halst. heimgesucht. *P. Brassicae* (Carr.) Westend. ist weit verbreitet auf *Brassica Napus* und *oleracea*. Auf Kürbisblättern wächst *P. Cucurbitacearum* Sacc., auf Hopfen *P. Humuli* Sacc. et Speg. Den in den Gärten kultivierten Nelken und Veilchen können *P. Dianthi* Westend. und *P. Violae* Desm. verhängnisvoll werden. Über ein heftiges Auftreten der Veilchenkrankheit hat J. E. Humphrey[2]) berichtet, welcher die Meinung ausspricht, dafs die Ursache des heftigen Befalles wahrscheinlich darin zu suchen sei, dafs die Züchter die Veilchen während des ganzen Jahres unter Vegetation halten. Dadurch mufs eine Schwächung der Pflanzen eintreten, da ihnen keine Ruhepause gegönnt wird. Auf Rüben werden mehrere Arten angegeben, die bei der Besprechung der Rübenherzfäule (S. 240) bereits behandelt worden sind.

Phoma Fr. unterscheidet sich, wie schon oben gesagt, lediglich dadurch, dafs die Pykniden nie auf Blättern (ausgenommen Nadeln) vorkommen, sondern auf Ästen, Früchten, Stengeln usw. Der von

---

[1]) Vgl. R. Aderhold, Über die Sprüh- und Dürrfleckenkrankheiten des Steinobstes in Landwirtsch. Jahrb. 1901, S. 772.

[2]) Massachus. State Agric. Exp. Stat. 1892; cit. Zeitschr. f. Pflanzenkr. III, 360.

diesen Pilzen angerichtete Schaden ist deshalb auch meist intensiver, weil er zum Kränkeln oder Absterben ganzer Äste oder Pflanzen führt. Eine der weit verbreiteten und sehr häufigen Arten ist *P. herbarum* Westend., die auf dürren Stengeln der verschiedensten Nährpflanzen sich findet und vielleicht auch ihr Absterben verursachen kann. *P. lophiostomoides* Sacc. wird von Lopriore für einen Parasiten von Weizen und Roggen gehalten. Cavara allerdings glaubt in ihm nur einen Saprophyten sehen zu sollen. Der Pilz scheint nicht allzu häufig zu sein. An Coniferen finden sich verschiedene Arten, so *P. pitya* Sacc., welche die Einschnürungskrankheit der Douglastanne erzeugt. Die vom Pilze befallenen Rindenpartien fallen zusammen und sterben bald ab. *P. acicola* (Lév.) Sacc. kommt auf Kiefernnadeln, *P. Pini* (Desm.) Sacc. auf Fichtennadeln vor; es ist aber nicht bekannt, ob sie als Parasiten aufzufassen sind. In Frankreich haben Prillieux und Delacroix [1]) auf der Kartoffel eine Fleckenkrankheit beobachtet, die durch *P. solanicola* Prill. et Del. verursacht wird. Auf dem Stamm und dann an den Ästen zeigen sich grofse, längliche, weifse oder hellgelbe Flecken, in denen später die Pykniden entstehen. Bei *Solanum Melongena* erregt *P. Solani* Halst. ein Umfallen der Keimpflanzen. Diese in Nordamerika in Mistbeeten auftretende Erkrankung ergreift die unteren Stengelpartien, die dadurch absterben und einschrumpfen. Gegenmittel sind nicht bekannt. Über die auf der Rebe vorkommenden *Phoma*-Arten wurde bereits oben S. 244 das Notwendige mitgeteilt. Auf *Brassica* findet sich *P. Brassicae* Thüm., das an den Stengeln braune Flecken erzeugt, die im Innern blasser sind. Das Zellgewebe der Pflanze wird vollständig gebräunt und abgetötet. Die Krankheit ist weit verbreitet und läfst sich nur durch Vernichten der erkrankten Stengel bekämpfen [2]). Über dieselbe in Holland verbreitete Krankheit hat neuerdings Ritzema Bos [3]) berichtet. Was zuerst die Pilzart betrifft, so weist er nach, dafs der von Delacroix *P. Brassicae* genannte Schädling identisch mit *P. oleracea* Sacc. ist, die bisher nur an toten Kohlstrünken als Saprophyt bekannt war. Das Hauptsymptom der als Fallsucht des Kohls bezeichneten Erkrankung besteht im Absterben der Hauptwurzel in geringer Entfernung unter der Bodenoberfläche. Die zarteren Gewebe gehen in Fäulnis über, und nur die holzigen Teile bleiben bestehen; sie sind nicht stark genug, um ältere Pflanzen tragen zu können, und die Kohlköpfe fallen daher um. Bei jüngeren Pflanzen entwickeln sich an der Stengelbasis gewöhnlich Seitenwurzeln, welche die Pflanze eine Zeitlang ernähren können, so dafs es zum Kopfansatz kommt. Sobald aber der Kopf sich vergröfsert, fällt er ebenfalls um, da die Last für die dünnen Seitenwurzeln zu grofs wird. Weitere Modifikationen im Krankheitsbilde hat Ritzema Bos nicht selten beobachtet, und ich verweise auf seine zitierte Arbeit. Am Stengel finden sich Krebsstellen, die anfangs nur durch helle Färbung hervortreten, aber zuletzt sich dunkelbräunlichgrau bis schwarzbraun färben und weiter um sich greifen; auch die Blätter erkranken und zeigen ähnliche Fleckenbildung. Als Ursache der beiden von den Praktikern als verschieden betrachteten Krankheiten wurde die genannte *Phoma*-

[1]) Bull. de la Soc. Mycol. de France VI, 1890, S. 178.

[2]) Prillieux et Delacroix in Bull. Soc. Mycol. de France VI, S. 113.

[3]) Krebsstrünke und Fallsucht bei den Kohlpflanzen, verursacht von *Phoma oleracea* Sacc., in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVI, 1906, S. 257.

Art nachgewiesen, deren Pykniden sich auf allen Teilen der Pflanze, hauptsächlich allerdings auf den Stengeln bilden. Nach vorläufigen Versuchen erscheint es als sicher, daſs die Phoma die unverletzten Wurzeln nicht angreift, sondern daſs Verletzungen durch Insektenfraſs oder irgendwelche Verwundungen vorhergegangen sein müssen. Namentlich scheint die *Anthomyia brassicae* verantwortlich gemacht werden zu müssen.

Eine gefährliche Kohlrübenkrankheit beobachtete E. Rostrup[1]) in Dänemark. Durch den Angriff von *P. napobrassicae* Rostr. wurden die Rüben zum Faulen gebracht, indem das schnell sich ausbreitende Mycel die Rübengewebe absterben läſst. Derselbe Autor beobachtete eine auf der Mohrrübe vorkommende Art, *P. sanguinolenta* Rostr.[2]). Gegen Ende des Sommers treten an den Möhren, namentlich am Kopfe der Wurzel, ein oder mehrere eingesunkene, graue oder bräunliche Flecken auf; häufig kommt auch ein eingefallener Ring um die Basis der Blattrosette zustande. In diesen Flecken sitzen die schwarzgrauen Pykniden, aus deren Porus die rote Sporenranke hervorquillt. Auf dem Felde richtet der Pilz im ersten Jahre verhältnismäſsig wenig Schaden an, aber schon im Winterlager greift er weiter um sich und vernichtet häufig gröſsere Mengen von Möhren. Die infizierten Möhren werden dann im Frühjahr wieder ausgepflanzt und nun beginnt sich die Wirkung der Infektion dadurch weiter bemerkbar zu machen, daſs das Mycel von der Wurzel in den Stengel und bis zum Gipfel hinaufwächst. Der Weg, den das Pilzmycel im Stengel nimmt, wird durch einen sich verbreiternden braunen Streifen kenntlich gemacht, der besonders an den Knoten hervortritt. Die Dolden werden zum Welken gebracht und dadurch meist die Hälfte, oft aber auch der ganze Samenertrag vernichtet. Am heftigsten tritt die Krankheit im leichten, sandig humosen Boden auf, während in feuchtem Lehmboden der Befall weit geringer ist. Zur Bekämpfung empfiehlt es sich, beim Auspflanzen der Möhren alle erkrankten Exemplare zurückzuweisen und zu vernichten. Bleiben die Möhren während des Winters im Boden und werden im Frühjahr verpflanzt, so tritt die Erkrankung in viel schwächerem Maſse auf. Auf kultivierten Chrysanthemen fand Voglino[3]) die *P. Chrysanthemi* Vogl., welche namentlich die Blätter befällt und dadurch die Blüten zum Welken bringt. Merkwürdigerweise entwickelt der Pilz auch zweizellige Sporen und würde dann zu *Septoria* zu ziehen sein; der angerichtete Schaden ist bedeutend. Auf *Citrus*-Arten im Freien sowohl wie auch in den Gewächshäusern kommen mehrere Arten vor, die aber kaum Schaden stiften, so z. B. *P. Limonis* Thüm. et Bolle, *P. Citri* Sacc., *P. Aurantiorum* (Rabenh.) Sacc. u. a. An den Zweigen von *Morus alba* findet sich in Italien *P. Mororum* Sacc., unter Umständen ziemlich bedeutenden Schaden stiftend. Verschiedene Arten sind als Pykniden zu *Diaporthe*-Arten gestellt worden, ob mit Recht, mag dahingestellt sein. So nenne ich *P. ambigua* (Nitschke) Sacc. auf Birnbaumästen, zu *Diaporthe ambigua* gehörig, *P. sarmentella* Sacc. an Hopfenranken, vielleicht zu *D. sarmenticia* gehörig. Auf Fruchthülsen von Leguminosen trifft man häufig *P. leguminum* Westend., die aber wohl rein saprophytisch sich entwickelt.

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, 322.
[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, 195.
[3]) Malpighia XV, 1902, S. 329.

Von der Gattung *Macrophoma* Berl. et Vogl., die sich nur durch die viel gröfseren Sporen von den vorhergenannten unterscheidet, wäre in erster Linie *M. Hennebergii* (Kühn) Berl. et Vogl. zu nennen, die auf Weizen, namentlich in nassen Jahren, schädigend auftritt. Die von dem Pilze erzeugte Braunfleckigkeit der Weizenähren besteht darin, dafs sich an den Spelzen und Klappen der Ähren schokoladenbraune Flecken bilden, in denen die Pykniden entstehen. Die Körner der befallenen Ähren schrumpfen ein und werden ebenfalls fleckig. Der dadurch angerichtete Schaden ist häufig sehr bedeutend, wie Eriksson[1]) von Schweden berichtet, wo im Jahre 1889 auf einem Felde der Pilz so stark wütete, dafs das Feld schon aus der Ferne rötlich aussah. Lopriore[2]) empfiehlt als Bekämpfungsmittel die Behandlung der Saat mit Schwefelsäure oder Kupfersulfat, doch ist nicht bekannt geworden, ob diese Beizung wirklich hilft. Nach Prillieux und Delacroix[3]) wird der Kakaobaum in Ecuador von *M. vestita* Prill. et Delacr. befallen. Die Krankheit beginnt gewöhnlich nach Überschwemmungen und starken Regengüssen und äufsert sich durch plötzliches Gelbwerden und Abfallen der Blätter und Früchte; die Pflanzen selber vertrocknen vom Grunde aus und gehen ein. Im allgemeinen werden die Bäumchen nicht vor dem dritten oder vierten Jahre befallen. In den Wurzeln sitzt das Mycel des Pilzes und in den oberen Rindenschichten entstehen die Pykniden. Näheres ist vorläufig nicht bekannt. Auf Oliven kommt *M. dalmatica* (v. Thüm.) Berl. et Vogl.[4]) vor und verursacht auf ihnen einen rundlichen, ziemlich grofsen braungelben Flecken, in dem die Pykniden entstehen. Wahrscheinlich geschieht das Eindringen des Pilzes an Insektenstichen. Andere Arten der Gattung kommen an wildwachsenden Pflanzen vor und interessieren uns daher nicht weiter.

Dendrophoma Sacc. hat nicht, wie die bisherigen Gattungen, einfache Sterigmen, an denen die Sporen entstehen, sondern ästige oder wirtelig ästige Sterigmen. Zu nennen wäre *D. Marconii* Cav. auf Hanf. Kurz vor der Reife entstehen am Stengel längliche, dunkle Flecken, in denen die Pykniden zuerst eingesenkt sind und später hervorbrechen. Vielleicht hilft dagegen die möglichst frühzeitige Ernte, da durch diese Mafsregel die Reifung der Sporen verhindert wird. Auch durch *M. Convallariae* Cav. wird kein besonders bedeutender Schaden angerichtet. Diese Art verursacht auf Maiblumenblättern längliche dunkle Flecken, wodurch die Blätter zum frühzeitigen Absterben gebracht werden.

Bei der Gattung *Sphaeronema* Fr. besitzen die Pykniden einen langen Hals, zu dem die Sporen oft in kugeligen Massen austreten. Fast alle Arten sind Saprophyten, beachtenswert ist nur *S. fimbriatum* (Ell. et Halst.) Sacc. Dieser Pilz verursacht bei den Bataten in Nordamerika die sogenannte Schwarzbeinigkeit (auch Sweet-Potato oder Black-Rot genannt). Bei den jungen Pflänzchen treten an den unteren Stengelteilen schwarze, eingesunkene Flecken auf, ebenso auch an den reifen Knollen, die dadurch bald verfaulen. Im Innern der Gewebe werden grofse braune Macrokonidien gebildet, aufsen auf den Flecken dagegen hyaline kleine Microkonidien, aufserdem noch die Pykniden

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkr. I, 29.
[2]) Bollet. di Notizie agrar. XV, 1893, S. 488.
[3]) Bull. Soc Mycol. de France X, 1894, S. 165.
[4]) Vgl. A. Maublanc in Bull. Soc. Bot. de France 1904, S. 229.

mit dem langen, etwas ausgefransten Halse. HALSTED hat beobachtet, dafs bei ausschliefslicher Anwendung von mineralischem Dünger der Befall der Pflanzen viel heftiger ist. Man vermeide also diese einseitige Düngung und vernichte zugleich alle erkrankten Pflanzen.

Hierher gehört auch *Cicinnobolus*, über dessen Art *C. Cesatii* bereits oben auf S. 198 das Nötige gesagt wurde.

Von der Gattung *Asteroma* DC., die sich dadurch auszeichnet, dafs sie radiär strahlige, fibrillöse Mycelflecken auf lebenden Blättern bildet, sind hier nur wenige Arten zu nennen, da die meisten auf wildwachsenden Laubbäumen sich finden. *A. geographicum* (DC.) Desm. kommt bei vielen Pomaceen auf den Blättern vor. *A. Padi* Grev. bringt die Blätter von *Prunus Padus* zum Absterben usw.

Die Pykniden der Gattung *Vermicularia* Fr. sitzen fast von Anfang an oberflächlich auf dem Substrat und sind von der Mitte bis zur Basis ringsum mit langen, steifen Borsten besetzt. Die Sporen sind zylindrisch spindelförmig und häufig gekrümmt. Die gemeinste Art ist *V. dematium* (Pers.) Fr., das auf den Stengeln vieler Kräuter und an dünnen Zweigen auf der ganzen nördlichen Hemisphäre auftritt. Allgemein gilt dieser Pilz als harmloser Saprophyt, aber unter Umständen, die noch nicht näher bekannt sind, scheint er auch lebendes Gewebe angreifen zu können. So hat LINHART[1]) ihn auf Esparsette beobachtet, wo er die Stengel in grofser Ausdehnung so schwärzte, als ob sie verbrannt wären. Näheres über dieses interessante Auftreten wurde leider nicht bekannt gegeben. *V. trichella* Fr. kommt auf vielen Obstbäumen, auf Efeu usw. vor und verursacht Blattflecken. *V. Melicae* Fuck. wächst auf lebenden Blättern von *Melica*.

Pyrenochaeta de Not. unterscheidet sich von *Vermicularia* durch die meist nur an der Mündung sitzenden Borsten und die verzweigten Sporenträger. Die Arten kommen vielfach an lebenden Blättern vor, beanspruchen aber keine besondere Wichtigkeit. Erwähnt sei nur *P. Rubi Idaei* Cav., die auf den Himbeerblättern schwarze Flecken verursacht.

Hatten die bisher erwähnten Gattungen nur einzeln stehende, nicht durch ein Stroma vereinigte Pykniden, so zeigt uns die Gattung *Fusicoccum* Corda ein meist kegliges Stroma, das im Innern vielkammrig ist, also mehrere kammerartige Pykniden enthält. Manche von den Arten sollen als Konidienformen zur Gattung *Diaporthe* gehören, gewisses ist darüber nicht bekannt. Am bekanntesten ist *F. abietinum* (Hart.) Prill. et Delacr. (= *Phoma abietina* Hart.), das die sogenannte Einschnürungskrankheit der Tannen erzeugt. An der Infektionsstelle an den Zweigen wird das Cambium und die Rinde getötet. Während nun die untere und auch noch eine Zeitlang die oben darüber liegende Partie des Astes in die Dicke wächst, bleibt natürlich die infizierte Partie im Dickenwachstum zurück und zuletzt sieht der Zweig wie breit geringelt aus. Nach vollständiger Zerstörung der Rinde an der Ringelstelle vertrocknet die ganze, nach oben hin liegende Partie des Zweiges, indem die Nadeln daran hängen bleiben. Diese braunen abgestorbenen Zweigenden sind für die Krankheit besonders auffällig. An der Einschnürungsstelle brechen im Sommer die Stromata hervor, in denen gegen Ende des Sommers die Pykniden entstehen. Zur Bekämpfung der oft sehr schädlich auftretenden Krankheit müssen die

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. V, 92.

erkrankten Zweige, die sich bei einiger Übung an der eigentümlichen grüngelben Nadelfärbung schon in den frühesten Stadien erkennen lassen, sorgfältig abgeschnitten und vernichtet werden. Über die Infektion und die anatomischen Veränderungen im Gewebe hat E. Mer[1]) Untersuchungen angestellt, durch die die älteren Hartigschen in vielen Punkten erweitert und bestätigt wurden.

Besonders häufig auf Ästen in der Rinde wächst *Cytospora* Ehrenb. Die Stromata sind meist höcker- oder kegelförmig und enthalten in ihrem Innern meist konzentrisch gestellte Kammern oder Höhlungen, deren Ausgangsöffnungen häufig nach einem Punkte in der Mitte des Stromas hinführen. Die einzelnen, wurstförmigen Sporen werden in Form gedrehter Ranken entleert. Diese Pyknidenformen gehören zu Valsaceen, und wir haben bereits eine Anzahl von Arten bei der Besprechung der Gattung *Valsa* kennen gelernt (S. 264). Im allgemeinen wird wohl die *Cytospora*-Form saprophytisch entwickelt, dagegen wächst das Mycel wahrscheinlich schon parasitisch und tötet die Äste ab. Über diese Verhältnisse wissen wir noch nichts näheres.

Die Gattung *Dothiorella* Sacc. unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dafs die Pykniden aus einem Stroma rasig gehäuft hervorbrechen oder ihm etwas eingesenkt sind. Bekannte Arten, welche vielleicht auch den lebenden Pflanzen Schaden zu tun vermögen, sind *D. Ribis* (Fuck.) Sacc. auf Ästen von Ribesarten und *D. Mori* Berl. auf Maulbeerzweigen in Oberitalien.

Ausgebreitete, schwarze, von der Epidermis häufig bedeckte und innen gekammerte Stromata besitzt *Placosphaeria* Sacc. Die Sporen sind länglich und sitzen auf feinen stielchenförmigen Sterigmen. Bekannt ist *P. Onobrychidis* (DC.) Sacc. auf den Stengeln und Blättern von *Onobrychis sativa, Cytisus* usw. Als Nebenfruchtform zu *Mazzantia Galii* gehört *P. Galii* Sacc. an Stengeln von Galiumarten in Europa.

Ceuthospora Grev. unterscheidet sich von *Cytospora* hauptsächlich dadurch, dafs alle Pykniden eines Stromas in einen gemeinsamen Gang ausmünden. Erwähnen möchte ich davon *C. coffeicola* Delacr. auf Zweigen des Kaffeebaumes auf Réunion: ob die Art auch parasitisch wird, konnte bislang nicht festgestellt werden. *C. Cattleyae* Sacc. et Syd. fand sich auch in Orchideenhäusern auf den Blättern von *Cattleya amethystina*.

Die Unterabteilung der Phaeosporae zeichnet sich durch die einzelligen dunkel gefärbten Sporen aus. Der Gattung Phoma ententspricht *Sphaeropsis* Lév.; die meisten Arten kommen sicher nur an toten Pflanzenteilen vor, so alle diejenigen, welche auf Ästen wachsen, wie z. B. *S. Mori* Berl. auf Ästen von *Morus alba*, *S. Ulmi* Sacc. et Roum. auf Ulmenrinde usw. Gröfsere Beachtung verdient nur *S. Malorum* Peck (nach Delacroix als *S. pseudodiplodia* Fuck. zu bezeichnen, ferner identisch mit *Macrophoma Malorum* Berl. et Vogl.), ein nordamerikanischer Parasit des Apfelbaumes, der neuerdings auch in Frankreich aufgefunden worden ist. Im allgemeinen sitzt der Pilz in den Früchten, in deren Epicarp er sich weit ausbreitet. Man hat aber in neuerer Zeit[2]) Beobachtungen gemacht, die den

[1]) Recherches sur la maladie des branches de sapin causée par la Phoma abietina in Journ. de Botan. 1893, Oct.

[2]) Vgl. dazu W. Paddock, The New-York Apple-tree Canker in New York Agric Exp. Stat. Bull. n. 163, 1899, S. 177, und in 44. Ann. Meet. Western New York Hort. Soc. 1899; G. Delacroix in Bull. Soc. Myc. de France XIX, 1903, S. 132 u. 350, hier weitere Literatur.

Pilz als Erreger einer Krebserkrankung der Apfelbäume dartun. Die Krebsstellen haben anfangs Ähnlichkeit mit Jugendstadien des Nectriakrebses, aber es entsteht keine Überwallungszone am Rande der Wunde, sondern die Rinde vertrocknet und wird rissig. Der Befall durch den Pilz erfolgt im Frühjahr, die mifsfarbene Rinde deutet die Anfangsstadien der Krankheit an; im August schliefst die Entwicklung mit den Pykniden ab. Das Mycel soll nur in einzelnen Fällen überwintern, die Krankheit wird daher fast ausschliefslich durch die Sporen weiterverbreitet. Dieses Resultat erscheint mir nicht ganz sicher. Delacroix konnte erfolgreiche Impfungen nur durch Verwundungen der Äste anstellen, an Blättern schlugen die Übertragungen fehl. Häufig werden die Eingangspforten für den Pilz die kleinen Verwundungen sein, welche durch die Schildlaus Diaspis piricola hervorgerufen werden. Der Pilz beschränkt sich nicht blofs auf den Apfelbaum, sondern ergreift auch andere Obstbäume, ja geht sogar auf *Rhus, Celastrus, Diospyros* usw. über. Das Vernichten der befallenen Äste wird natürlich der Krankheit Eintrag tun. Paddock empfiehlt als Vorbeugungsmittel das Besprengen der Bäume mit Bordeauxbrühe und das Abkratzen der Rinde. Über die Wirkungen dieser Mafsnahmen ist nichts näheres bekannt.

Von der Gattung *Coniothyrium* Corda haben wir S. 258 bereits den wichtigsten Vertreter kennen gelernt. Zu erwähnen wäre noch *C. concentricum* (Desm.) Sacc., das bei *Yucca*, *Dracaena* usw. in den Kulturen schwarze Flecken auf den Blättern erzeugt und dadurch den Verkaufswert der Pflanzen wesentlich herabsetzt.

Erwähnt mag von den Phaeosporae noch sein die Gattung *Chaetomella* Fuck. mit oberflächlichen, borstenbedeckten Pykniden. Auf Zuckerrohrstengeln auf Réunion kommt *C. Sacchari* Delacr. vor, doch wahrscheinlich nicht parasitisch.

Bei der Unterabteilung der Hyalodidymae bleibt der Bau der Pykniden der gleiche, nur die Sporen sind zweizellig. Der Gattung Phoma etwa entspricht *Ascochyta* Lib. mit eiförmigen oder länglichen, hyalinen oder grünlichen Sporen. Die meisten Arten bilden auf Blättern oder Stengeln verfärbte Flecken, in denen die schwarzen, kleinen Pykniden entstehen. Meistens sind sie Parasiten, doch werden wie ja auch in vielen anderen Fällen die Pykniden häufig erst im abgestorbenen Gewebe ausgebildet. Für uns kommen nur wenige Arten in Betracht, welche Nutzpflanzen schädigen. In erster Linie wäre zu nennen *A. piniperda* Lindau (= *Septoria parasitica* Hart.). R. Hartig[1]) hat die Entwicklungsgeschichte dieses Parasiten klargelegt. Bereits im Mai bekommen die befallenen Fichtentriebe an der Basis oder in der Mitte braune Nadeln, die nach kurzer Zeit abfallen. Befallene Seitentriebe zeigen meist eine Umbiegung nach unten und lassen die Nadeln schlaff herabhängen. Auch hier bräunen sich dann die Nadeln und fallen schliefslich ab. Die Triebe selbst trocknen ein. Die Pykniden entstehen meist an der Basis des abgestorbenen Triebes, oft aber auch an anderen Stellen. Die fast spindelförmigen, zweizelligen Konidien werden in Ranken herausgestofsen und keimen leicht aus. Die Infektion erfolgt im zeitigen Frühjahr und das Mycel durchwuchert alle Gewebe der Zweige. Im allgemeinen kommt die Er-

[1]) Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1890, Heft 11, u. Forstl. Naturwiss. Zeit. 1893, S. 357.

krankung nur an jungen Pflanzen vor, solange sie noch im Saatkamp stehen; aber auch an Stangenhölzern findet man den Pilz, wo er dann die Gipfel abtötet. Ein Bekämpfungsmittel aufser der Vernichtung der erkrankten Zweige kennen wir nicht. Auf Leguminosen kommen mehrere schädliche Arten vor, so auf *Phaseolus vulgaris* die häufig mit dreizelligen Sporen versehene *A Boltshauseri* Sacc.[1]). Die Bohnenblätter bekommen braune, rundliche oder eckige Flecken, die mit dunklerem Rande umgeben sind und in mehrere konzentrische, dunkelbraune Ringe zerlegt erscheinen. Das Blattgewebe stirbt bald ab und die Pykniden entwickeln sich in den Flecken. Die Blätter werden meist so heftig ergriffen, dafs die Spreite wie mit Flecken besät ist. Sie sterben natürlich dadurch frühzeitig ab, und die Bohnenpflanzen bringen aus Mangel an Blättern keine Früchte hervor.

Verwandt damit, aber durch die Sporengröfse verschieden ist *A. Pisi* Lib., die aufser Bohnen auch Erbse, Futterwicke und *Cicer arietinum* befällt und nicht blofs die Blätter, sondern auch die Hülsen fleckig macht. Bei den letzteren geht der Flecken häufig bis auf die Samen durch. Im allgemeinen mag der Schaden, der durch *A. Pisi* angerichtet wird, nicht besonders grofs sein, aber unter günstigen Umständen kann der Samenertrag empfindlich herabgesetzt werden. Einen solchen Fall erwähnt F. Krüger[2]) bezüglich der Erbsen. Die vor dem Blühen ergriffenen Pflanzen wurden vollständig abgetötet, die nach dem Fruchtansatz befallenen gelangten zu spärlicher Samenbildung. Die Übertragung des Pilzes erfolgt wohl meist durch die Samen, die bis zu 80% keimungsunfähig sind und durch Bildung von schmutzig grünen Flecken anzeigen, dafs sie befallen sind. Solange die Witterung das schnelle Wachstum der Erbsen begünstigt, macht der Pilz nur langsame Fortschritte, wenn aber durch anhaltende Nässe das Wachstum verzögert wird, gewinnt der Parasit bald die Oberhand. *A. Lactucae* Rostr. bringt an den Stengeln von Salatpflanzen längliche braune Flecken hervor. *A. beticola* Prill. et Delacr. und *A. Betae* Prill. et Delacr. kommen an der Zuckerrübe vor, scheinen aber nicht parasitisch zu sein, sondern erst nachträglich auf geschwächten Pflanzen aufzutreten. *A. graminicola* Sacc. wächst auf Gräsern und kommt auch gelegentlich auf Getreidearten vor, ohne aber dafs bisher nennenswerte Schädigungen bekannt geworden sind. *A. Oryzae* Catt. kommt an Reis in Oberitalien vor. Auf den Blättern von *Juglans regia* richtet *A. Juglandis* Boltsh.[3]) durch Zerstörung der Blattsubstanz nicht unbeträchtlichen Schaden an. Endlich wäre noch *A. caulicola* Laub.[4]) zu erwähnen, die auf den Stengeln und Blattstielen von *Melilotus albus* weifse, braun umrandete Flecken erzeugt, in denen die zahlreichen Pykniden sitzen.

Die Gattung *Diplodina* West. gleicht in allem der nachher zu behandelnden Gattung Diplodia, nur die Sporen sind hyalin. Ein gefährlicher Feind der Efskastanie in Südfrankreich ist *D Castaneae* Prill. et Delacr.[5]), der die unter dem Namen Javart bekannte Krankheit erzeugt. Die jungen Bäume werden in einer Höhe von 50—100 cm am noch glatten Stamme befallen. Die ergriffenen Rindenstellen trocknen

---

[1]) H. Boltshauser, Blattflecken der Bohnen in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, 1891, S. 135.

[2]) Centralbl f. Bakt. u. Par. 2. Abt. I, 1895, S. 620.

[3]) Boltshauser in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VIII. 263.

[4]) Arb. d. Biolog. Abt. usw. am Kais. Gesundheitsamt III, 441.

[5]) Bull. Soc. Mycol. de France IX, 1893, S. 275.

ab, und es entstehen kleine Höhlungen, die ein krebsartiges Aussehen haben. Da die Infektion an mehreren Stellen erfolgt und die Flecken immer weiter fressen, so stirbt schliefslich die Rinde und damit der Stamm ab. Während die Krankheit früher nur wenig bekannt war, hat sie sich jetzt mit grofser Schnelligkeit verbreitet und fügt den Kulturen ungeheuren Schaden zu.

Ein bekannter Rosenschädling ist *Actinonema Rosae* (Lib.) Fries. Auf den Blättern befindet sich ein strangartiges Mycelgeflecht, das radiär von einem Punkte ausstrahlt und die kleinen, mündungslosen Pykniden trägt. Im allgemeinen bleibt das Mycel auf der Oberfläche des Blattes, aber es kann auch in das Blattgewebe eindringen und veranlafst dann das schnelle Absterben des Blattes. Es tritt dann eine frühzeitige Entlaubung ein, die wieder ein vorzeitiges Austreiben der Endknospen im Herbste zur Folge hat. Dadurch aber werden die Rosen entkräftet und blühen im folgenden Jahre schwach oder gar nicht. Spritzmittel werden gegen den Schädling kaum helfen, vielleicht läfst sich durch Abschneiden und Vernichten der in den Anfangsstadien der Krankheit befindlichen Blätter die Schädigung beschränken.

Von der Unterabteilung der Phaeodidymae wäre in erster Linie die Gattung *Diplodia* Fr. zu nennen, deren kohlige, schwarze Pykniden unter der Epidermis angelegt werden und dann durchbrechen. Die Sporen haben ellipsoidische oder eiförmige Gestalt und sind dunkelbraun oder schwarz gefärbt. Die Gattung besitzt sehr zahlreiche Arten, die aber ihre Pykniden im toten Substrat entstehen lassen. Trotzdem wird man viele davon zu den Parasiten rechnen müssen, weil das Mycel bereits in der lebenden Pflanze auftritt; so kommen *D. Cerasorum* Fuck., *D. Aurantii* Catt., *D. Mori* West., *D. sapinea* (Fries) Fuck. usw. gewifs im Mycelstadium schon an den Zweigen von Kirschbäumen, bezw. *Citrus*, *Morus* und Coniferen vor. Interessant ist *D. gongrogena* Temme, welche an der Zitterpappel Holzkröpfe erzeugen soll, die durch hypertrophische Wucherungen von Holz und Rinde entstehen.

Wichtig ist *D. cacaoicola* P. Henn., die P. Hennings zuerst von faulenden Kakaofrüchten von Kamerun beschrieben hat. Von dieser Art gibt nun A. Howard[1]) an, dafs sie nicht blofs auf Kakao, sondern auch auf Zuckerrohr in Westindien parasitisch auftritt. Auf den Zuckerrohrstengeln bildet der Pilz senkrecht, mehr oder weniger parallel verlaufende Risse, in denen die schwarzen Pykniden entstehen. Beim Kakaobaum tritt er an den Ästen und Früchten auf und bringt erstere zum Abtrocknen. Die so sehr auffällige Tatsache, dafs ein parasitischer Pilz zwei Pflanzen aus so entfernt stehenden Familien befällt, wurde von Howard durch wechselweise Impfung mit Kulturen des Pilzes von beiden Nährpflanzen erwiesen. Zur Verhütung der Erkrankung weist er darauf hin, dafs der Pilz wahrscheinlich zuerst ein harmloser Saprophyt faulender Früchte gewesen ist, der sich erst später an das parasitische Leben in den Zweigen des Kakaobaumes und im Zuckerrohr gewöhnt hat.

Eine Reihe von anderen Gattungen, die sich von Diplodia nur durch unwesentliche Merkmale unterscheiden, kommt vorläufig hier nicht in Betracht. Erwähnt mag blofs *Lasiodiplodia tubericola* Ell. et Ev. sein, die auf Kartoffelknollen aufgetreten ist, welche den Transport

[1]) On Diplodia cacaoicola, a parasitic fungus on sugar-cane and cacao in the West Indies in Annals of Botany XV, 1901, S. 683.

von Java nach Nordamerika gemacht hatten. Augenscheinlich handelt es sich dabei mehr um einen zufälligen Fund als um einen regelmäfsig auftretenden Schädling.

Unter den Hyalophragmiae finden sich keine bemerkenswerten Arten, wohl aber bei den Phaeophragmiae, wo besonders die Gattung *Hendersonia* Berk. zu erwähnen sein würde. Auf lebenden Blättern kennt man viele Arten, doch scheint bisher eine nennenswerte Schädigung noch nicht beobachtet worden zu sein. So kommen *H. Mali* v. Thüm. auf Blättern des Apfelbaumes im österreichischen Litoralgebiet, *H. piricola* Sacc. an den Blättern des Birnbaumes in Mitteleuropa, *H. foliicola* (Berk.) Fuck. auf den Nadeln des Wachholders in Deutschland und Westeuropa, *H. Togniniana* Poll. an Wedeln von *Cycas revoluta* in Oberitalien vor. Weit verbreitet auch auf Ästen aller möglichen Bäume ist *H. sarmentorum* West., *H. vagans* Fuck. kommt auf der Rinde von *Prunus*, *Pirus* und anderer Bäume vor, *H. Lonicerae* Fries an *Lonicera Caprifolium*, ohne dafs wir bisher über die Wirkung dieser Pilze auf ihre Nährpflanzen unterrichtet wären.

Die Gattung *Cryptostictis* Fuck. sieht äufserlich wie *Hendersonia* aus, besitzt aber Sporen, die an beiden Enden mit einer Wimper versehen sind. Als Krankheitserreger ist durch P. Sorauer *C. Cynosbati* (Fuck.) Sacc. konstatiert worden, die auf Früchten und Zweigen von Rosen sich findet. Sie veranlafst das Absterben einzelner Rindenpartien und tiefgehende Wundstellen an den Ästen. Diese Wundstellen haben das Aussehen muldenförmiger Vertiefungen und fanden sich bei vielen Stämmen einer Rosenschule in annähernd gleicher Höhe vom Boden. Das Mycel des Pilzes liefs sich bis in das Mark hinein verfolgen. *C. caudata* (Preufs) Sacc. kommt ebenfalls auf Rosen vor und verursacht braune Rindenflecken. Ob *C. hysterioides* Fuck. auch an lebenden Zweigen des Weinstockes sich findet, ist nicht bekannt; an trocknen Ästen ist der Pilz im westdeutschen Weinbaugebiet nicht selten.

Über die Gattung *Hendersonula* Speg. findet sich bereits das Wissenswerte bei *Plowrightia morbosa* auf S. 224.

Unter den Phaeodictyae wäre die Gattung *Camarosporium* Schulzer zu nennen. Äufserlich gleicht sie *Hendersonia*, aber die Sporen sind mit Längswänden versehen, so dafs man sie als mauerförmig geteilt bezeichnet. Als Schädling ist *C. fissum* (Pers.) Starb. bekannt geworden, das an Rosenstämmen Wundstellen verursacht, die Frostschäden sehr ähnlich sehen. Die Rinde ist an den eingesunkenen Stellen teilweise noch aufgetrocknet, teilweise aber durch die vorjährigen Überwallungsränder aufgeplatzt und abgestofsen. Im Mittelpunkt der Wunde zeigt sich das nackte Holz, das von weifslicher Farbe ist und bis zum Mark vom Mycel durchwuchert wird. Auf dem abgestorbenen Holzkörper entstehen die Pykniden. Die Ränder der Flecken zeigen keine Bräunung am Rande. Als Bekämpfungsmittel dürfte in erster Linie die Verpflanzung der gesunden Rosenstämme in sonnige, trockne und dem Winde zugängliche Lagen zu empfehlen sein, daneben natürlich die Vernichtung der ergriffenen Pflanzen. Andere Arten kommen an trockenen Ästen recht häufig vor, aber wir wissen nichts über die parasitische Wirkung, so z. B. *C. viticola* (Cke. et Harkn.) Sacc. am Weinstock in Kalifornien, *C. Mori* Sacc. auf Zweigen von *Morus alba* in Oberitalien u. a.

Unter den Scolecosporae ist am wichtigsten die zahlreiche Arten

umfassende Gattung *Septoria* Fries. Die Pykniden besitzen meist linsenförmige Gestalt und sind in verfärbten Blattflecken der Nährpflanze eingesenkt. Die Sporen sind stäbchen- oder fadenförmig und besitzen mehrere Querwände. Sehr zahlreiche Arten befallen die Blätter von Nutzpflanzen und geben den Anlafs dazu, dafs sie vorzeitig absterben. Sehr weit in Europa verbreitet ist *S. graminum* Desm. Auf wilden Gräsern ist der Pilz nicht selten, er kommt aber auch häufig auf Weizen und Hafer auf und verursacht eine Schwarzfleckigkeit der Weizenblätter. Die Gestalt der verursachten Blattflecken erscheint aufserordentlich verschiedenartig, es finden sich kleine, elliptische oder rundliche, weifsliche, gelbe oder rötliche oder ziemlich grofse, verlängerte, rötliche Flecken, die oft in schmale braune Streifen übergehen, wenn die Pykniden zahlreich in Reihen auftreten. Bisweilen fehlt die Fleckenbildung ganz und wir finden die Pykniden unregelmäfsig in der Blattsubstanz zerstreut. In den Flecken sitzen die kleinen schwarzen Pykniden, die mit blofsem Auge gerade noch als feine dunkle Pünktchen unterscheidbar sind. Die Weizenblätter sterben durch den Angriff des Schädlings ab, und der Körneransatz wird entweder ganz verhindert oder doch sehr vermindert. F. KRÜGER[1]) hat mit den Sporen Infektionsversuche angestellt und gefunden, dafs die Impfstellen an den Blättern sich zunächst heller mit dunklem Rande färben. Darauf begannen die ganzen Blätter sich zu verfärben und von der Spitze her abzusterben. Ein Zweifel an der Infektiosität des Pilzes kann demnach wohl nicht mehr aufkommen. Für die Bekämpfung allerdings sind bisher noch keine Mittel gefunden worden.

Ein weiterer Weizenschädling ist *S. Tritici* Desm., der sich von der vorigen Art durch die gröfseren Pykniden und die gefächerten, dickeren Sporen unterscheidet und viel seltener vorkommt. Die von ihm gebildeten Flecken sind anfangs gelb und werden später rotbraun und weifslich. Da beide Arten gemischt auftreten, so mögen sie häufig miteinander verwechselt worden sein. Wie nun F. CAVARA[2]) mit grofser Wahrscheinlichkeit dartut, gehören vielleicht beide Pilze in ein und denselben Formenkreis, denn bei der Variabilität der Charaktere läfst sich eine scharfe Grenze zwischen ihnen nicht ziehen. Der Beweis liefse sich natürlich dafür erst dann führen, wenn von beiden die Perithecienform bekannt ist.

Auf den Spelzen des Weizens findet sich *S. glumarum* Passer., die an fast reifen Pflanzen eine Verfärbung, bei der Reife aber eine Braun- oder Graufleckigkeit der Spelzen verursacht. Die Qualität der Körner soll durch den Schädling herabgesetzt werden, dagegen soll der Ansatz nicht darunter leiden. Ob diese Art vielleicht auch nahe verwandt mit den beiden erstgenannten ist, wissen wir nicht. *S. secalina* Jancz. kommt auf Blattscheiden von Weizen und Roggen in Polen vor, *S. Avenae* Frank auf Blättern von *Avena sativa* in Pommern; ob beide schädlich wirken, ist nicht bekannt.

Auf Birnblättern verursacht *S. piricola* Desm. kleine, hellgraue Flecken und schädigt dadurch die Assimilationstätigkeit und den Fruchtansatz. Gelegentlich geht der Pilz auch auf den Apfelbaum und auf

[1]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XIII, 1895, S. 137; vergl. auch L. MANGIN, Sur le Septoria graminum, destructeur des familles du blé in Bull. Soc. Myc. de France XV, 1899, S. 108.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 19.

Äpfel und Birnen über, indem er die Schalen häfslich fleckig macht. Die Sporen sind fädig, sichelförmig gekrümmt und meist in drei Zellen geteilt. Der Pilz hat einen sehr grofsen Verbreitungsbezirk und richtet namentlich in Nordamerika, wo er unter dem Namen Leaf spot bekannt ist, in den grofsen Obstplantagen bedeutenden Schaden an. Die einzelnen Birnarten sollen sich in ihrer Empfindlichkeit ganz verschieden verhalten. Als Bekämpfungsmittel wird Bordeauxbrühe empfohlen. Die Rosenblätter werden von *S. Rosae* Desm. befallen und fleckig gemacht, wahrscheinlich ist der angerichtete Schaden nur gering. *S. Fragariae* Desm. kommt auf kultivierten Erdbeeren gelegentlich vor, dürfte aber kaum die Schädlichkeit von *Ramularia Tulasnei* erreichen.

Hydrangea hortensis wird von *S. Hydrangeae* Bizz. befallen, wodurch auf den Blättern braune, blutrot umrandete zuletzt zusammenfliefsende Flecken entstehen. Die Pflanzen werden dadurch sehr geschädigt, indessen scheint der Pilz selten zu sein. Auf dem Alpenveilchen kommt *S. Cyclaminis* Dur. et Mont. vor; die Blätter zeigen rötliche, im Zentrum graue, mit deutlichen Randzonen versehene Flecken, die zentrifugal weiterwachsen und das ganze Blatt zum Absterben bringen. Die kultivierten Chrysanthemen werden von *S. chrysanthemella* Sacc. und *S. Rostrupii* Sacc. et Syd. befallen, doch ist eine wesentliche Schädigung bisher nicht bekannt geworden. Die kultivierte Gartennelke wird von *S. Dianthi* Desm.[1]) befallen und zeigt sich verfärbende und einrollende Blätter. Die Krankheit ist in Europa weit verbreitet, verursacht aber in Nordamerika viel gröfsere Schäden. Potter hat Infektionsversuche gemacht und die Bildung der Pykniden nach etwa drei Wochen im Blattgewebe beobachtet. *S. Azaleae* Vogl. wird den Blättern von *Azalea indica* in Italien[2]) verderblich, die dadurch vergilben und vorzeitig abfallen. Die Fleckenbildung beginnt an der Blattspitze und schreitet dann vorwärts bis zum Grunde des Blattes Die mehrere Jahre hintereinander befallenen Pflanzen besitzen einen stark verkürzten Stamm, sehr lange und dünne Seitentriebe und dabei wenig Knospen und kurze, schmale Blätter. Die Pykniden entstehen in den Blättern. Es gelang, gesunde Azaleen mit den Sporen zu infizieren. *Phlox decussata* beherbergt *S. Phlogis* Sacc. et Speg., deren Blätter der Pilz verkümmern und unter Krauswerden zusammenschrumpfen läfst. Ritzema Bos[3]) hat gleichzeitig auch eine *Leptosphaeria Phlogis* beobachtet und läfst es dahingestellt, welche von beiden Arten der eigentliche Schädling ist. Besonderes Interesse beansprucht eine auf neuseeländischen Veronicaarten, die in unseren Kalthäusern kultiviert werden, auftretende *S. exotica* Speg. Der Pilz ist zuerst in Argentinien gefunden, dürfte aber viel weiter verbreitet sein. P. Hennings[4]) beobachtete den Pilz auf mehreren Kalthausveronicaarten. Die Blätter erhalten runde, weifse Flecken, die einen etwas verdickten, braunen oder dunkelvioletten Rand besitzen; schliefslich schrumpfen sie und fallen ab. Die Pykniden entstehen als schwarze Punkte in den weifsen

---

[1]) Vergl. M. C Potter, On a disease of the Carnation caused by *Septoria Dianthi* in Journ. of the Roy. Hort. Soc. XXVII, Pt. 2 n. 3.

[2]) P. Voglino, Di una nuova malattia dell' Azalea indica in Malpighia XIII, 1899, S. 73.

[3]) Vergl. Ritzema Bos in Tijdschrift over Plantenziekt. V, 1899, S. 29.

[4]) Die Septoriakrankheit neuseeländischer Veronicaarten unserer Gärten in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, 203.

Flecken. Für die Bekämpfung dürfte nur die Vernichtung der kranken Blätter oder der ganzen Pflanzen in Betracht kommen.

Die Blätter der Petersilie werden von *S. Petroselini* Desm. heimgesucht. Schädlicher als der Typus wirkt eine Varietät *Apii* Br. et Cav., die nicht blofs in Europa, sondern auch in Nordamerika den Sellerie-kulturen erheblichen Schaden zufügt. Die dadurch verursachten Blattflecken sind weifs, in der Mitte gelblich und zeigen auf beiden Seiten die tief im Blattgewebe eingesenkten Pykniden. Gewöhnlich wird im Frühjahr das Sellerieblatt schon von *Cercospora Apii* befallen, die wahrscheinlich mit der später erscheinenden *Septoria* in genetischem Zusammenhang steht. Zur Bekämpfung werden trockener Schwefel, sowie Bordeauxbrühe oder Ammoniakkupferkarbonat empfohlen.

An *Citrus*-Arten kommen mehrere Arten vor, so *S. Limonum* Pass. an Blättern und unreifen Früchten, *S. sicula* Penz. an Blättern. Auf den Mandarinen erzeugt *S. glaucescens* Trab. schwarze, eingesenkte Flecken, um die herum das Fruchtfleisch grünlich gefärbt ist und unangenehm schmeckt. Bei den Tomaten werden alle Teile der Pflanze von *S. Lycopersici* Speg. befallen, einer ursprünglich amerikanischen Art, von der eine Varietät auch in Europa gefunden wurde. Die Blätter des Hanf werden durch *S. Cannabis* (Lasch) Sacc. weifsfleckig, ebenso Salatblätter durch *S. Lactucae* Passer., Meerrettichblätter durch *S. Armoraciae* Sacc.; so liefsen sich noch viele andere Arten anführen. Sie sind aber bisher nicht genau genug bekannt, als dafs man beurteilen könnte, wie sie schädigend wirken und auf welche Weise man ihnen entgegentreten kann. Auch die Blätter der Bäume haben unter dem Angriffe von Septoria-Arten zu leiden. Ich möchte von den vielen hierher gehörigen Arten nur folgende anführen: *S curvata* (Rabh. et Br.) Sacc. auf *Robinia Pseudacacia*, die bedeutenden Schaden durch den Blattverlust erleiden soll, *S. castanicola* Desm. und *S. Castaneae* Lév. auf *Castanea vesca*, *S. Cercidis* Fries auf *Cercis*-Arten, *S. Populi* Desm. auf Pappelarten, *S. Aesculi* (Lib.) Westend. auf Rofskastanie usw. Erwähnt seien endlich noch *S. epicarpii* v. Thüm. und *S. nigro-maculans* v. Thüm. auf dem Epicarp der Nüsse von *Juglans regia* in Österreich; namentlich die letztere Art schädigt dadurch, dafs die schwarzen Flecken die Fruchthülle durchbohren und bis zum Samen vordringen, die Walnufsernte ganz empfindlich.

Von *Septoria* unterscheidet sich *Rhabdospora* Mont. nur dadurch, dafs die Flecken mit den Pykniden an den Stengeln und Ästen ausgebildet werden, nicht aber an Blättern. Auf *Citrus*-Rinde findet sich *R. falx* (Berk. et Curt.) Sacc. und *R. flexuosa* (Penz.) Sacc., erstere Art auch auf *Vitis*. *R. Lactucarum* Starb. wächst auf Stengeln von *Lactuca* und *Sonchus* in Nordamerika u. a. Schädigungen scheinen bisher durch Vertreter der Gattung noch nicht vorgekommen zu sein.

Behaarte, häutige Pykniden besitzt die Gattung *Trichoseptoria* Cav. mit der einzigen Art *T. Alpei* Cav. Dieser Pilz wurde von F. Cavara[1]) als ein Schädling der Früchte von *Citrus vulgaris* erwiesen. Die Schalenoberhaut wies zahlreiche, grünbraune, rundliche, bisweilen zusammenfliefsende Flecken auf, die zuerst homogen waren, aber später infolge des Auftretens der Fruchtkörper konzentrisch gezont waren. Die schwärzlichen Pykniden sind mit einem weifsen Filzüberzug be-

[1]) Una malattia dei limoni in Atti Ist. bot. Pavia. III, 1892.

deckt. Bisweilen entwickeln sich in der Schale auch Sklerotien; künstliche Kultur führte die Bildung von Conidien und Chlamydosporen herbei. Die Pyknidensporen wurden zu erfolgreichen Impfungen verwandt. Ob der durch den Parasiten angerichtete Schaden bedeutend ist, wurde bisher nicht bekannt.

Durch die Bildung des Pyknidengehäuses weicht *Phleospora* Wallr. bedeutend ab; die Mündung ist so weit, dafs das Hymenium fast blofs liegt, und die Wandung ist nur unvollkommen entwickelt, indem nicht blofs das Mycel, sondern auch die veränderte Substanz der Nährpflanze an ihrer Bildung teilnimmt. Man könnte fast von einem Übergang der Pykniden von *Phleospora* in die Lager der Melanconiales sprechen. Die wichtigste Art ist *P. Mori* (Lév.) Sacc., von der das Notwendige bereits auf S. 239 unter *Mycosphaerella Mori* gesagt wurde; dort wurde die Art mit ihrem Synonym *Cylindrosporium Mori* bezeichnet. Zu *P. Ulmi* (Fr.) Wallr., das auf Ulmenblättern sehr häufig vorkommt, gehört nach Klebahn ebenfalls eine *Mycosphaerella, M. Ulmi*. Einen Blattfall bei *Caragana arborescens* erregt *P. Caraganae* Jacz.[1]), durch die auf der Oberseite der Blätter kleine gelbliche, weifspunktierte Flecken entstehen, während auf der Unterseite die Pykniden als schwarze, halbkugelig hervorragende Pusteln hervortreten. Bisher ist die Krankheit nur in Rufsland beobachtet worden.

Ein höckeriges oder ausgebreitetes Stroma, in dem die Pykniden fast eingesenkt sind, besitzt die Gattung *Cytosporina* Sacc. Die Arten gehören als Konidienformen zu Valsaceen. Erwähnenswert ist das durch van Hall[2]) beobachtete Absterben der Johannisbeer- und Stachelbeersträucher durch *C. Ribis* P. Magn. in Holland. Die Beerensträucher sterben plötzlich ab, indem sich krankhafte Veränderungen der Rinde zeigen. Gewisse Partien des Holzes bei den Wurzeln und am unteren Stammteil erscheinen dunkelgrau verfärbt und enthalten, namentlich in den Gefäfsen, ein dünnes, zartes Mycel. Fruchtkörper wurden an den Sträuchern nicht gefunden, wohl aber traten nach längerer Kultur und nach Abkühlung der Kulturen Pykniden auf, die gelbe Sporenranken produzierten. Andere an Forstbäumen auftretende Arten sollen hier nicht besprochen werden.

Die Gattung *Dilophospora* Desm. wurde schon oben S. 257 bei *Dilophia* erwähnt.

Nectrioidaceae.

Die Familie der Nectrioidaceae unterscheidet sich von der vorigen nur durch die fleischige oder wachsartige Konsistenz der Pykniden und durch ihre auffallende helle Farbe. Sehr viele dürften als Pyknidenformen zu *Hypocreaceen* gehören, deren Perithecien ähnliche Färbung und Bau zeigen. Da die meisten Arten ohne Bedeutung für die Kulturpflanzen sind, so mag es genügen, wenn ich auf die Gattungen *Aschersonia* Mont. (vgl. S. 214) und *Polystigmina* Sacc. verweise, von denen *P. rubra* (Desm.) Sacc. die bekannte Konidienform der *Polystigma* ist (vgl. S. 213).

---

[1]) A. v. Jaczewski, Eine neue Pilzkrankheit auf *Caragana arborescens* in Zeitschrift f. Pflanzenkrankh. X, 1900, S. 340.

[2]) Das Absterben der Stöcke der Johannis- und Stachelbeeren, verursacht von *Cytosporina Ribis* P. Magn. in Annal. Mycol. I, 1903, S. 503.

Leptostromataceae.

Durch ihr äufseres Aussehen erinnert die Familie der Leptostromataceae lebhaft an die Familie der Microthyriaceen, zumal auch häufig die apikale Öffnung des Gehäuses fehlt. Die Gattung *Leptothyrium* Kze. et Schm. besitzt halbierte, schildförmige Pykniden und länglich-eiförmige oder spindelförmige, hyaline, einzellige Sporen. Bekannt sind die auf *Lonicera*-Arten gebildeten vertrocknenden Flecken, die durch *L. Periclymeni* (Desm.) Sacc. erzeugt werden, ebenso die auf *Acer*-Blättern durch *L. acerinum* (Kze.) Corda. An lebenden Körpern von kultivierten *Cereus*-Arten hat Polacci das *L. parasiticum* Pol. nachgewiesen. Auf lange gelagerten Birnen fand sich in Italien *L. carpophilum* Passer.

Die Gattung *Piggotia* Berk. et Br. hat dünnhäutige Pykniden, die zuletzt sternförmig aufspringen; die einzelligen Sporen sind hyalin oder gelblich. An lebenden Ulmenblättern kommt *P. astroidea* Berk. et Br. vor, doch scheinbar ohne gröfseren Schaden anzurichten.

Die Gattung *Leptostroma* Fries gehört als Pyknidenform zu den Hysteriaceen; die Pykniden sind länglich und springen mit Längsspalt auf. *L. herbarum* (Fries) Link ist an trockenen Stengeln gröfserer Kräuter nicht selten; es ist aber nicht bekannt, ob das Mycel schon bei Lebzeiten der Pflanze einwandert. *L. virgultorum* Sacc. auf Ausläufern von Brombeeren, wahrscheinlich zu Hypoderma gehörig.

Eingesenkte, später mit Rifs aufreifsende Pykniden besitzt *Labrella* Fries. Auffällig werden die Haselnufsblätter durch *L. Coryli* (Desm. et Rob.) Sacc. beschädigt. Es entstehen grofse, gelbe Flecken, die einen dunklen Rand besitzen und kleine schwarze Pustelchen zeigen. *L. piricola* Bres. et Sacc. kommt in Birnbaumblättern vor.

Besonders auffällige, in der Blattsubstanz sitzende, schwarze Stromata bildet die Gattung *Melasmia* Lév. Der wichtigsten Art, *M. acerina* Lév., haben wir schon bei der Schlauchform *Rhytisma acerinum* oben auf S. 274 Erwähnung getan. Eine teilweise oder vollständige Bräunung und ein Absterben der Blätter der Berberitze verursacht *M. Berberidis* v. Thüm. et Wint. Die in den Flecken sitzenden Stromata enthalten als feine schwarze Punkte in grofsen Mengen die Pykniden. Merkwürdig ist eine durch *M. Empetri* P. Magn. bei *Empetrum nigrum*[1]) verursachte Krankheit, die sich durch abnorme Verlängerung der jungen Triebe und durch Kleinbleiben der Blätter kundgibt. In der Rinde wuchert das Mycel und bringt ihre Zellen zum Absterben; im folgenden Jahre löst sich die vertrocknete Rinde vom Holzkörper ab. Die Blätter bleiben stets mycelfrei.

Die Gattung *Entomosporium* Lév. zeichnet sich durch die flach halbkugeligen, mündungslosen Pykniden und besonders durch die über Kreuz vierteiligen Sporen aus, von denen jede Zelle eine Borste trägt. Eine wichtige Art *E. Mespili* (DC.) Sacc. hat bereits auf S. 237 ihre ausführlichere Besprechung gefunden. Saccardo unterscheidet von der vorigen Art noch *E. maculatum* Lév. an Birnblättern, gelegentlich auch an anderen Rosaceen. In Nordamerika wirkt der Pilz besonders schädigend und macht die Anzucht von Birnen und Pfirsichen sehr schwer. Durch den mehrfachen Befall der Blätter und ihr Absterben

---

[1]) P. Magnus, *Melasmia Empetri*, ein neuer Parasit auf *Empetrum nigrum* in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. III, 1886, S. 104.

werden die Pflanzen aufserordentlich geschwächt und gehen ein. Es wiederholt sich hier also im wesentlichen dieselbe Erscheinung, wie sie bei *Stigmatea Mespili* geschildert wurde. Man hat in Nordamerika gegen diese als Leafblight bekannte Krankheit Bekämpfungsmafsregeln ergriffen, von denen das Bespritzen mit Bordeauxbrühe den besten Erfolg zu haben scheint. Auch der Anbau kräftiger Sorten scheint Erfolg zu versprechen, da nach den Versuchen von DUGGAR gewisse Birnensorten unempfindlich gegen den Pilz sind.

Als besonders schädlich tritt auf *Pinus austriaca* der von BRUNCHORST zuerst beobachtete Pilz *Brunchorstia destruens* Erikss. auf. Die Kulturen der Schwarzföhre in Norwegen, aber auch in Deutschland, zeigen namentlich in den jüngeren Jahren ein Absterben, das gewöhnlich in den jungen einjährigen Zweigen beginnt und von da auf die Nadelbasis und auf die zurückliegenden Astjahrgänge übergreift. Das Mycel findet sich in allen Teilen der Nährpflanze noch bei Lebzeiten vor und entwickelt im abgestorbenen Gewebe die Pykniden. Diese sind von zweierlei Art: die kleineren zeigen nur eine Kammer, die gröfseren dagegen mehrere durch Wände geschiedene Kammern, die zuerst mündungslos sind, dann aber sich mit je einem unregelmäfsigen Porus öffnen. Die Sporen besitzen fädige Gestalt und sind hyalin und mehrfach septiert. Näheres über diese interessante und für den Forstmann wichtige Krankheit ist leider noch nicht bekannt geworden.

Excipulaceae.

Die Familie der Excipulaceae besitzt Pykniden, welche soweit am Scheitel aufreifsen, dafs dadurch kleine schüsselförmige Fruchtkörper entstehen, welche den Apothecien kleiner Discomyceten ähnlich sehen. Bei der Gattung *Dothichiza* Lib. brechen die rundlichen, etwas napfartigen Pykniden aus der Rinde hervor. Anfangs sind sie geschlossen, dann aber reifsen sie unregelmäfsig auf. Die hyalinen Sporen haben längliche oder cylindrische Gestalt und besitzen keine Scheidewand. Von den Arten ist bisher nur *D. populea* Sacc. et Briard als Parasit nachgewiesen worden. G. DELACROIX[1]) hat den Pilz in verschiedenen Gegenden Frankreichs auf *Populus virginiana*, *Bolleana* und *nigra* an Stämmen und Ästen beobachtet. Der Pilz vermag nur durch eine Wunde einzudringen und verbreitet sich in der Rinde derartig, dafs zuletzt in einer ringartigen Zone ihr Absterben erfolgt. Dadurch wird der über dem Ringe liegende Teil abgetötet. Als prophylaktisches Mittel empfiehlt sich, Wunden an den Bäumen mit 10 % Kupfervitriollösung zu sterilisieren und mit Baumwachs oder einem ähnlichen Mittel zu verschmieren.

Flachere Pykniden, deren Gehäuse meist aus der veränderten Substanz des Nährsubstrates gebildet wird, besitzt *Discula* Sacc., deren bekannteste Art *D. Platani* (Peck.) Sacc. an Platanenästen ist.

Über die Gattung *Ephelis* Fries mit fädigen, einzelligen Sporen ist bei *Balansia* (S. 216) bereits das Nötige gesagt worden.

2. Melanconiales.

Die Melanconiales mit der einzigen Familie der Melanconiaceae sind durch die flachen Konidienlager, die keine besondere Randhülle

[1]) Sur le parasitisme du *Dothichiza populea* sur diverses espèces de Peupliers. in Bull. Soc. Myc. de France XIX, 1903, S. 353.

tragen, scharf charakterisiert. Die Entstehung dieser Lager ist eine ganz verschiedene, bald sitzen sie von Anfang an der Oberfläche des Nährsubstrates auf, bald entstehen sie im Innern des Gewebes und zerreifsen die deckenden Schichten in mannigfacher Weise.

Von der Unterabteilung der Hyalosporae interessiert uns am meisten die Gattung *Gloeosporium* Desm. et Mont. Die meisten der zahlreichen Arten sind echte Parasiten und erzeugen auf vielen Kulturpflanzen Krankheiten, deren Studium noch lange nicht abgeschlossen ist. Das Mycel wuchert im lebenden Gewebe und erzeugt unter der Epidermis der Blätter oder Stengel die Sporenlager. Diese Lager sind flach scheibenförmig oder etwas polsterförmig und brechen nach Zersprengung der Epidermis meist mehr oder weniger deutlich hervor. Die Scheibe der Lager zeigt bisweilen eine dunklere Färbung, aber häufiger eine hellere, namentlich gelblich oder bräunlich. Die Sporenträger stehen in einer dichten Schicht beieinander und erzeugen an der Spitze die einzelligen, meist länglichen oder eiförmigen, hyalinen Sporen. Bisweilen, namentlich wenn das Lager nicht voll heraustritt, kommt es vor, dafs die Sporen zu Klumpen oder Ranken zusammenkleben. Bei der grofsen Zahl der gefährlichen Arten können hier nur die wichtigsten Berücksichtigung finden.

Die folgende Darstellung bringt die Schädlinge in der systematischen Reihenfolge der Familien der Nährpflanzen. Die meisten dieser Krankheiten fafst man unter der allgemeinen Bezeichnung Anthraknosen oder Schwärzen zusammen.

Auf Palmen kommt *G. Allescheri* Bres. vor. Es verursachte wahrscheinlich ein Absterben von Stengeln der *Chamaedorea elatior* im Botanischen Garten zu München. Die Sporenlager stehen in dichten Herden beisammen und entblöfsen eine grauweifse Scheibe; die Sporen sind cylindrisch, an beiden Enden stumpf. Über den Verlauf der durch diese Art hervorgerufenen Erkrankung wissen wir vorläufig ebenso wenig wie über *G. Nanoti* Prill. et Delacr., das an Blättern von *Caryota urens* in Warmhäusern Frankreichs nachgewiesen wurde.

Die Früchte von *Musa*, der kultivierten Banane, leiden häufig unter dem Angriff von *G. Musarum* Cke. et Mass., das auf dem Epikarp schwarzgrüne, matte Flecken hervorruft. Das darunterliegende Fruchtfleisch nimmt zuerst eine blafsbräunliche, dann dunkelbraune Farbe an. Im allgemeinen ist dieser Pilz ein Saprophyt, der erst die abgepflückten Bananen befällt, aber er kann auch parasitisch auftreten. So beobachtete Rivière[1]) in Algier, dafs nach einem Sirocco die Früchte einen ganz besonders starken Befall zeigten. Die Untersuchung ergab, dafs die Eintrittspforten des Mycels in kleinen Verletzungen zu suchen sind, die durch die scharf austrocknende Wirkung des Windes in der Epidermis entstehen. Der Pilz ist also den Wundparasiten zuzurechnen.

Die Orchidaceen beherbergen mehrere Arten, die in den Gewächshäusern grofsen Schaden stiften können[2]). Das Verhältnis dieser Arten zueinander bedarf noch näherer Untersuchung, da möglicherweise einige identisch sind. Über den Pilz der Vanillenkrankheit, die durch *G. Vanillae* mit der zugehörigen Schlauchform *Calospora Vanillae* ver-

---

[1]) Delacroix, Sur le mode de développement du Champignon du Noir des Bananes in Bull. Soc. Mycol. de France XVIII, 1902, S. 285.

[2]) Vergl. P. Hennings, Einige schädliche parasitische Pilze auf exotischen Orchideen unserer Gewächshäuser in Hedwigia XLIV, S. 168.

ursacht wird, ist bereits auf S. 265 das nötige gesagt worden. Die übrigen Arten befallen die in unseren Warmhäusern kultivierten Orchideen. Allen diesen Arten ist gemeinsam, dafs sie braune oder schwarze Flecken auf den Blättern, Blattscheiden oder Stengeln verursachen, die schliefslich dadurch zugrunde gerichtet werden. Auf sehr vielen kultivierten Orchideen, so auf *Vanilla*, *Masdevallia*, *Bolbophyllum*, *Pleurothallis* usw. findet sich *G. affine* Sacc. Auf den Blattscheiden von *Maxillaria infestans* wächst *G. Oncidii* Oud. (*G. Maxillariae* Allesch.) und entwickelt die weifslichen halbkugligen Lager herdenweise. Auf den Blättern von *Stanhopea* wurde *G. stanhopeicola* P. Henn. beobachtet, auf denen von *Laelia G. Laeliae* P. Henn., auf *Liparis longipes G. pallidum* Karst. et Har. usf. Erwähnenswert ist *G. cinctum* Berk., das keine rundlichen Flecken, sondern bandartige, fast parallele, schwarze Zonen auf den Blättern von *Cattleya*, *Dendrobium*, *Stanhopea* erzeugt. Durch diese Bänderung der Blätter wird deutlich gemacht, in welcher Art das Mycel im Innern der Blätter wächst und die Zellen abtötet.

Auf Waldbäumen aus den Familien der Salicaceen, Fagaceen, Cupuliferen usw. wachsen viele Arten, die aber für uns wenig Bedeutung haben. Aus dem Speziesnamen geht die Nährpflanze hervor. Ich nenne davon: *G. Salicis* Westend., *G. Tremulae* (Lib.) Passer., *G. betulinum* Westend., *G. alneum* Westend., *G. Carpini* (Lib.) Desm., *G. Coryli* (Desm.) Sacc., *G. quercinum* Westend., *G. Fagi* (Desm. et Rob.) Westend usw. Während alle diese Krankheiten noch wenig bekannt sind, wurde *G. nervicolum* Massal. durch MASSALONGO besser studiert. Der Pilz befällt die jungen Blätter von *Quercus pubescens* in Oberitalien und verursacht ein Schlaffwerden des Gewebes an der Spitze oder am Rande. Diese Stellen erstrecken sich meist bis zur Mittelrippe und trocknen dann ab, indem gleichzeitig die Blätter abfallen.

Wir kommen nun zu einem äufserst wichtigen Pilz, der die Blätter der Platane befällt und als *G. nervisequum* (Fuck.) Sacc. bezeichnet wird. Auf S. 263 ist zwar schon das Wichtigste über diese allgemein verbreitete und in ihrer Schädlichkeit für die Platanenblätter vielfach unterschätzte Art gesagt, aber inzwischen veröffentlichte Untersuchungen, die von P. VIALA und P. PACOTTET[1]) angestellt sind, machen ein nochmaliges Eingehen auf die Art wünschenswert. Die Krankheit tritt besonders bei feuchtem Wetter heftig auf, läfst dann aber nach Eintritt von Hitze nach. Im allgemeinen zeigt sich die Platanenkrankheit nur an den Blättern, die dadurch die bekannten braunen Flecken auf und an den Nerven erhalten. Bisweilen aber kommt es vor, dafs das Mycel in den jungen ein- bis dreijährigen Zweigen perenniert und bereits die in der Knospe befindlichen Blätter infiziert. Der Befall ist dann ein viel allgemeinerer, und der einzige Schutz dagegen bestände im Abschneiden der jungen Äste. Dadurch wird es möglich, die Krankheit im Herbst auszurotten. Es kommen aber noch schwerere Erkrankungsfälle vor, wenn unter besonders begünstigenden Umständen (z. B. bei niedrigen Frühjahrstemperaturen) das Mycel in die stärkeren Zweige und selbst bis in den Stamm geht. Einen solchen

---

[1]) Levures et Kystes des Gloeosporium in Ann. de l'Inst. Nat. Agronom. V fasc. 1, 1906.

Fall hat J. BEAUVERIE[1]) in Südfrankreich beobachtet, wo das Mycel in der Rinde wie in den Markstrahlen und im Mark auffindbar war. Nachdem die Entwickelung des Pilzes durch KLEBAHN (cfr. S. 263) bis zu den Ascosporen klargelegt war, haben die oben genannten französischen Autoren in neuester Zeit aufs neue den Pilz in Kulturen studiert und sind dabei zu ganz merkwürdigen und unerwarteten Resultaten gelangt. Daſs in den Kulturen einzelne konidientragende Fäden auftreten, hatte bereits KLEBAHN gefunden, ebenso auch Pykniden mit Mikrokonidien. Dazu kommen nun, je nach der Beschaffenheit des Kultursubstrates, noch Pykniden mit Makrokonidien. Soweit würden die Resultate der drei Forscher übereinstimmen. Nun fanden VIALA und PACOTTET in gewissen Nährlösungen am Mycel merkwürdige schwarze Gebilde, die sie Cysten nennen, und die durch unregelmäſsige Teilung einer Mycelzelle entstehen. In diesen Cysten sollen sich auch endogene Sporen entwickeln. Auſserdem kommt eine Zerteilung der Mycelfäden in chlamydosporenartige Zellen zustande, aus denen Sproſshefen von ovaler Form hervorgehen. Die Hefezellen bilden endogen in der bekannten Weise Sporen aus. Wenn diese Beobachtungen richtig wären, so würde damit zum ersten Male gezeigt sein, daſs eine sporenbildende Hefe in den Entwickelungsgang eines höheren Pilzes gehört; ferner würde damit erwiesen, daſs auch Sporangien (Cysten) zu einem Pyrenomyceten gehören können. Ich habe mich von der Richtigkeit dieser Resultate nicht überzeugen können. Gerade da, wo Klarheit der Darstellung und gute Abbildungen am meisten geboten gewesen wären, nämlich bei der Bildung der Hefen aus dem Mycel und bei dem allmählichen Übergang der Hefen zum Mycel und zur Pyknidenbildung, da versagt die Arbeit, und es läſst sich deshalb nicht mit Sicherheit sagen, wo die Fehlerquellen eigentlich liegen. Ich vermute, daſs irgend eine Verunreinigung in die Kulturen gekommen ist, denn die Behauptung allein, daſs die Kulturen nicht verunreinigt waren, beweist noch lange nicht, daſs sie in Wirklichkeit rein waren. Ich verweise auf die ganz ähnliche Entwickelung bei *G. ampelinum*.

Auf Saxifragaceen, speziell auf der Gattung Ribes, kommen *G. Ribis* (Lib.) Mont. et Desm. und *G. variabile* Laubert vor. Die erstere Art findet sich hauptsächlich auf Johannisbeerblättern, geht aber auch auf andere Teile der Pflanzen über. Die Blattflecken sind von kreisrunder Gestalt, braun, meist klein, flieſsen aber zu gröſseren Flecken zusammen. Die Sporenlager sind rotbraun, innen weiſslich und finden sich auf der Oberseite der Blätter. Die Sporen besitzen längliche Gestalt und sind am oberen Ende etwas gekrümmt und fast geschnäbelt. Der Pilz tritt unter günstigen Umständen epidemisch auf und richtet dann durch Zerstörung der von ihm befallenen Teile groſsen Schaden im Fruchtertrage an. In Amerika wendet man zu seiner Bekämpfung Bordeauxbrühe an. H. KLEBAHN[2]) hat diese Art genauer auf ihre Entwickelung untersucht und dabei gefunden, daſs auf den abgefallenen überwinterten Johannisbeerblättern sich ein Discomycet fand, den er als zugehörige Askenform erweisen konnte. Er

---

[1]) Sur une forme particulièrement grave de la maladie des Platanes due au Gloeosporium nervisequum in Ann. Soc. Art. de Lyon XXVI, 1901.

[2]) Untersuchungen über einige *Fungi imperfecti* und die zugehörigen Ascomycetenformen III. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVI, 1906, S. 65.

gehört zur Gattung *Pseudopeziza* und bildet die neue Art *P. Ribis* Kleb. Die zweite von R. LAUBERT[1]) beschriebene Art, *G. variabile*, befällt *Ribes alpinum* und erzeugt auf den Blättern regellos zerstreute, runde, dunkle Flecken. Die Sporenlager entstehen unterseits, und die Sporen haben spindelförmige, etwas gekrümmte Gestalt.

Auf Rosaceen, hauptsächlich auf der Unterfamilie der Prunoideen, kommen mehrere Arten vor, die wichtig sind. *G. fructigenum* Berk. veranlafst die Bitterfäule der Äpfel. An den noch auf dem Baume hängenden Früchten entstehen vereinzelte, braune, kleine Flecken, während das darunter befindliche Fruchtfleisch weich wird und einen bitteren Geschmack annimmt. Auf den Flecken erscheinen in konzentrischer Anordnung die Sporenlager, welche blafs-rötlich aussehen und sich entweder lappig oder mit einer runden Öffnung auftun. Die Sporen sind länglich zylindrisch und entstehen auf ebenso langen, einfachen Sterigmen. Der Pilz kommt in Europa vor, doch tritt er bei weitem nicht so verheerend auf wie in Nordamerika, wo der von ihm angerichtete Schaden viel bedeutender ist. Nach v. SCHRENK und SPAULDING soll die Art mit *G. rufomaculans* (Berk.) v. Thüm. identisch sein und müfste nach den Gesetzen der Priorität diesen Namen annehmen. Die letztere Art ist auf Weinbeeren gefunden, und die Identität beider ist noch nicht über allen Zweifel erhaben. CLINTON hat die Schlauchform beobachtet und als *Gnomoniopsis fructigena* bezeichnet. Die beiden erst genannten Autoren weisen aber nach, dafs die Perithecienform nicht zu *Gnomoniopsis* gehören kann, sondern den Typus einer neuen Gattung *Glomerella* darstellt. Für unsere Zwecke besitzen diese Feststellungen weniger Wert, dagegen ist der durch OSTERWALDER[2]) erbrachte Nachweis wichtig, dafs dieselbe Art auch auf Kirschen übergeht. Die Kirschen können nur durch Wunden infiziert werden und bekommen braune Flecken, auf denen die konzentrisch angeordneten Lager auftreten. Das Mycel dringt ins Zellinnere ein, dagegen bilden sich die stromatischen Grundlagen der Sporenlager zwischen Cuticula und Zelllumen aus und sprengen die erstere schliefslich. Wenn die Kirschen heftig befallen werden, so schrumpfen sie stark ein, und die schwarzen Sorten scheinen mehr zu leiden als die roten. Es sind auch von amerikanischen Forschern Impfungsversuche bei Äpfeln gemacht worden, und zwar stets mit dem Resultat, dafs nur bei Verletzungen ein Eindringen des Mycels stattfinden kann. Über die Bekämpfung ist bisher nichts Sicheres bekannt. Auf Pfirsichen ist *G. laeticolor* Berk. in England und auf Äpfeln in Carolina *G. versicolor* Berk. et Curt. gefunden worden; beide Arten fallen mit *G. fructigenum* zusammen, wie SOUTHWORTH meint.

Auf den Blättern von *Cydonia vulgaris* wächst *G. Cydoniae* Mont., ohne dafs bisher von wesentlichen Schädigungen berichtet wäre.

Eine Anthraknose des Mandelbaumes verursacht *G. amygdalinum* Brizi[3]), das besonders die jungen Früchte, viel weniger die jungen Zweige auf Sardinien befällt. Die ganz jungen Früchte bekommen einen kleinen gelbbraunen Punkt in Form eines kleinen, wenig erhabenen Bläschens. In dem Mafse, wie das Bläschen an Gröfse zunimmt, fällt

---

[1]) Eine neue sehr verbreitete Blattfleckenkrankheit von *Ribes alpinum* in Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. 1904, Heft 1.

[2]) Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. XI, 1903, S. 225.

[3]) Eine neue Krankheit des Mandelbaumes in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VI, 1896, S. 65.

die silberfarbige, seidige Behaarung der Früchte ab. Mit dem Wachstum der Früchte bildet sich in der äufseren Hülle eine wundartige Vertiefung, welche sich nach innen vergröfsert. Die mittleren Zelllagen des Epikarps, welche verholzen müfsten, bleiben weich und faulen. Oft nehmen die Wundstellen einen grofsen Teil des Epikarps ein und können auch die ganze Frucht durchbohren, wenn sie auf den beiden entgegengesetzten Seiten der Frucht entstehen. Die Fruchthülle löst sich schliefslich los und die Frucht selbst vertrocknet oder verfault, je nach der Witterung. Je später die Mandelfrucht von dem Pilze befallen wird, um so weniger tief dringt das Mycel in die Hülle ein. In den jungen Zweigen kann sich das Mycel im Rindenteil verbreiten und die Entwickelung der Blätter unterdrücken. Anfangs scheinen sie zwar normal zu wachsen, aber noch vor ihrer vollen Entfaltung vertrocknen sie und fallen bei der geringsten Erschütterung herunter. Über die Bekämpfung der Krankheit sind bisher noch keine Versuche im Freien gemacht worden.

Eine Anthraknose des Apfelbaums, auch canker, dead spot oder black spot genannt, hat A. B. Cordley[1]) in Oregon beobachtet. Das Übel ergreift hauptsächlich die jungen Äste, kommt aber bisweilen auch an den dickeren Zweigen oder an den Stämmen junger Bäume vor. Es entstehen im Herbst leicht eingefallene braune Fleckchen auf der Rinde, die sich im Frühjahr rapid ausbreiten und mehrere Zentimeter Ausdehnung gewinnen. Wenn ein solcher Flecken den Ast ringelt, so stirbt der äufsere Teil ab; andernfalls löst sich bald die Borke ab, und es entsteht eine Wunde, die sehr langsam ausheilt. Im Juni treten die Sporenlager des Schädlings auf, den Cordley *G. malicorticis* genannt hat. Über die Bekämpfung ist nichts Zuverlässiges bekannt.

Die Ursache der Anthraknose der Himbeeren und Brombeeren in Nordamerika und Australien ist *G. venetum* Speg. (*G. necator* Ell. et Ev.), ein Pilz, der in Oberitalien an *Rubus chamaemorus* zuerst gefunden wurde. Der Pilz erzeugt auf Blättern, Blattstielen und Stengeln Flecken, die zuerst klein und purpurrot gefärbt sind, später sich vergröfsern und eine weifsgrau gefärbte zentrale und eine rote Randpartie haben. Auf den Blättern fallen die Flecken bald aus, so dafs das Blatt durchlöchert wird. Wenn die Blattstiele oder Rippen ergriffen werden, so rollen sich die Blattränder meist ein. Am Stengel nehmen durch Zusammenfliefsen die Flecken oft den ganzen Umfang ein, was zur Folge hat, dafs die Blätter klein bleiben und die Früchte nicht oder nur unvollkommen entwickelt werden. Die Sporenlager sind klein, schwarz und ragen kaum etwas hervor. Impfungen wurden von Scribner ohne Erfolg vorgenommen. Über die Bekämpfung sind bisher keine Versuche gemacht worden, doch soll nach Mc Alpine Bordeauxbrühe Erfolg versprechen.

Von Leguminosen wären folgende Arten zu nennen. *G. Trifolii* Peck, eine bisher nur aus Nordamerika bekannte Art, trat im Sommer 1901 in Sachsen[2]) auf *Trifolium pratense* derartig verwüstend auf, dafs bis 25 oder 30% und mehr der Pflanzen abstarben. Der Pilz befällt nur die Stengel und Blattstiele des Klees und ruft auf ihnen Flecken

[1]) Oregon State Bull. n. 60 p. 8, 1900; Botan. Gaz. XXX, 48.
[2]) B. Mehner, Der Stengelbrenner des Klees in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, 1901, S. 193.

hervor, die anfangs von länglicher Gestalt und schwarzer Farbe sind und sich hauptsächlich in der Längsrichtung des Stengels erstrecken. Später färbt sich dann die Mitte der Flecken hellbraun und sinkt ein. Die Gewebe des Stengels werden bis ins Mark hinein dadurch zerstört, und der oberhalb des Fleckens liegende Teil des Stengels stirbt ab. Auf dem eingesunkenen Gewebe entwickeln sich die Sporenlager, welche unterhalb der Kutikula angelegt werden. MEHNER hat die Konidien auf den unverletzten Stengel gestrichen und stets Infektion erzielt; allerdings trat die Erkrankung noch schneller auf, wenn vorher die Epidermis leicht verletzt wurde. Scheinbar ist die Krankheit mit amerikanischem Kleesamen eingeschleppt worden, da auf den Feldern, welche reichlicher mit fremdem Samen bestellt waren, die Pflanzen sich stärker befallen zeigten. Über die Bekämpfung ist nichts bekannt. Denselben Pilz hat E. ROSTRUP auch in Dänemark beobachtet. Nun macht O. KIRCHNER[1]) darauf aufmerksam, dafs *G. Trifolii* lediglich die Blätter des Klees befällt, nicht aber die Stengel, und dafs demnach, da auch die Sporenmafse etwas verschieden sind, die von MEHNER beobachtete Krankheit von einem neuen Pilz, dem *G. caulivorum* Kirchn., verursacht wurde (Fig. 55, *3*). Dieser Forscher beobachtete den Schädling gleichzeitig auch in Hohenheim und konnte MEHNER's Befunde bestätigen. Im Sommer 1902 konstatierte G. LINHART[2]) die Krankheit in der Provinz Sachsen, Brandenburg und Böhmen und K. MALKOFF[3]) auch bei Göttingen. Im darauffolgenden Jahre war allerdings die Krankheit in Sachsen entschieden zurückgegangen, aber allem Augenschein nach haben wir es mit einem Pilze zu tun, der unter uns vorläufig unbekannten Umständen den Kleebau ganz bedeutend zu schädigen vermag. Wie man sich allerdings sein plötzliches Auftreten erklären mufs, darüber lassen sich vorderhand nicht einmal Mutmafsungen äufsern.

Sehr verbreitet und sehr schädlich ist das *G. Lindemuthianum* Sacc. et Magn. auf Bohnen. B. FRANK[4]) hat diese Fleckenkrankkeit der Bohnenhülsen zuerst genauer untersucht und die Entwicklung des Pilzes studiert. Die Krankheit tritt nur selten an den Stengeln oder Blättern der kultivierten Bohnen auf, sondern befällt hauptsächlich die Hülsen. Auf den jungen, unreifen Hülsen treten braune, rundliche und sich oft verlängernde Flecken auf, die in der Mitte etwas eingesunken sind und einen wulstigen, erhabenen Rand zeigen (Fig. 55, *1*). Die Gröfse wechselt sehr, kann aber unter Umständen über 1 cm im Durchmesser betragen. Meistens treten sie in grofser Zahl auf einer Hülse auf und machen sie zum Genufs untauglich. Werden die Hülsen erst in älteren Stadien befallen, so geht die Zerstörung des Gewebes nicht allzu tief ins Innere, bei jüngeren dagegen wird die Wandung häufig vollständig durchbohrt und auch der junge Samen infiziert, dessen Schale und Cotyledonen ergriffen werden. Wenn die Samenschale schon eine gewisse Widerstandskraft erlangt hat, so wird nur auf der Schale eine braune oder schwärzliche Stelle hervorgerufen, in der sich das Pilzmycel findet. Wenn unter begünstigenden Witterungsverhältnissen der Parasit auftritt, so richtet er unter den Bohnen grofse Ver-

[1]) Bemerkungen über den Stengelbrenner des Rotklees in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XII, 10.

[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, 281.

[3]) l. c. 282.

[4]) Über einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten in Landw. Jahrb. 1883 S. 511 und Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. I, 31.

heerungen an. Frank hat nachgewiesen, dafs die Mycelfäden die Zellen durchbohren und mit ihren Verzweigungen ausfüllen. Auf dem eingesunkenen Gewebe werden die Sporenlager gebildet, und zwar entstehen diese auch hier wieder zwischen Epidermiszellen und Kutikula. Sie erscheinen als kleine schwarze Punkte und entblöfsen die schmutzigweifse Scheibe, auf der in einem Schleimhäufchen die länglichen, bisweilen etwas gekrümmten Sporen liegen (Fig. 55, *2*). Bringt man Konidien auf eine Bohnenhülse, so keimen sie sofort aus und treiben eine Aussackung, die sich als abgeflachte Anschwellung fest an die Epidermis andrückt und als Appressorium dient. Aus ihm treibt ein feiner Faden, der die Epidermis durchbohrt und im Innern des Gewebes ein Mycel bildet. Da, wie wir sahen, die reifen Samen sehr häufig Pilzflecken besitzen, so ist es sicher, dafs die Neuinfektion der Keimpflanzen davon ausgeht. Die Cotyledonen werden nach der Auskeimung solcher pilzbehafteter Samen zuerst befallen, und die sich bildenden Sporenlager verbreiten die Konidien auf die grünen Organe, bis dann die jungen Hülsen infiziert werden können. Man hätte also bei der Bekämpfung der Krankheit dafür zu sorgen, dafs nur pilzfreie Bohnen gelegt werden, oder aber, dafs die befallenen Samen durch Beizmittel sterilisiert werden. Daneben ist auch natürlich Rücksicht darauf zu nehmen, dafs nicht durch zu feuchte Lage oder durch zu dichten Stand die Verbreitung des Pilzes von Pflanze zu Pflanze gefördert wird.

Weil sich bisweilen am Rande der Lager dunkle Borsten befinden, so haben Briosi und Cavara den Pilz in die dadurch charakterisierte Gattung *Colletotrichum* gestellt, ob aber mit Recht, kann fraglich erscheinen, da Allescher an dem blattbewohnenden Lager niemals solche Borsten gefunden hat. Ferner glaubt Halsted durch wechselseitige Infektion bewiesen zu haben, dafs unser Pilz mit *Colletotrichum lagenarium* (Pass.) Ell. et Halst. identisch ist. Ob dies richtig ist, müfste noch näher nachgeprüft werden; Frank hat jedenfalls bei seinen Untersuchungen des Bohnenpilzes die Übertragbarkeit auf Gurken nicht erzielen können. Ich möchte beide Pilze noch nicht ohne weiteres für identisch halten und werde den Gurkenpilz an späterer Stelle gesondert behandeln.

Andere auf Luzerne, Honigklee etc. auftretende Gloeosporien können wir hier übergehen.

Unter den Rutaceen werden die *Citrus*-Arten von mehreren Vertretern der Gattung befallen, durch die Blattflecken verursacht werden. Obwohl von besonderen Schädigungen nichts berichtet worden ist, werden doch die Blätter durch die Fleckenbildung unansehnlich und der Fruchtansatz wird wahrscheinlich beeinträchtigt werden. Zu nennen wären *G. intermedium* Sacc., *G. depressum* Penz. Von *G. Spegazzinii* Sacc., das in Argentinien heimisch ist, berichtet F. Noack[1]), dafs es in São Paulo die Orangenbäume befallen habe, die bereits durch Schildläuse stark mitgenommen waren. Die von diesem Pilze verursachten Blattflecke sind bräunlich und verbreiten sich weit über das Blatt. Die Ausbreitung des Mycels erfolgt zuerst in der unter der oberen Epidermis liegenden Chlorophyllschicht, nach deren Zerstörung es sich zu dem Schwammparenchym wendet. Sobald das Schwammparenchym zerstört ist, sinkt das Blatt ein und wird brüchig. Die Konidienlager

---

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. X, 331.

von weifslicher Farbe entstehen zu beiden Seiten des Blattes und stehen ziemlich gleichmäfsig verteilt, bisweilen in etwas dichteren Gruppen zusammen auf den Blattflecken. Über die Schädlichkeit dieser Art läfst sich ein sicheres Urteil kaum fällen, da die Schildläuse wohl in erster Linie die Erkrankung der Bäume veranlafst haben.

Wir kommen nun zu einer sehr wichtigen Krankheit des Weinstockes, die unter den Namen Schwarzer Brenner, Pech oder Anthraknose der Reben, Pocken des Weinstockes bekannt und gefürchtet ist. Als Ursache wurde zuerst im Jahre 1873 durch A. DE BARY ein Pilz erkannt, den er *Sphaceloma ampelinum* nannte, der aber bereits früher von PASSERINI *Ramularia ampelophaga* genannt worden war. Der heutige Name ist *Gloeosporium ampelophagum* (Pass.) Sacc., und in neuester Zeit schlagen P. VIALA und P. PACOTTET dafür den Gattungsnammen *Manginia* vor, wegen der nachher zu besprechenden, ziemlich weitgehenden Polymorphie der Fruchtformen. Die Krankheit tritt auf allen Teilen des Weinstockes auf, wird aber durch Befall der Blätter und Beeren besonders auffällig. Auf den grünen Teilen der Pflanzen entstehen zuerst braune, ein wenig vertiefte, mit wulstigem, fast schwarzem Rand versehene Flecken, die allmählich an Gröfse zunehmen. Das Randwachstum erfolgt dabei nicht regelmäfsig zentrifugal vorschreitend, sondern an einzelnen Stellen tritt der Rand spitzwinkelig hervor oder springt nach innen zurück, so dafs ganz das Bild eines weiterfressenden Geschwüres entsteht. An den jungen Trieben greifen die auftretenden Flecken so schnell um sich, dafs sie mitsamt den ansitzenden Blättern vertrocknen und wie verbrannt aussehen. An älteren Trieben geht das Fortschreiten auch nach innen hin, so dafs das Holz sehr bald zerstört wird; auch hier erfolgt das Absterben sehr bald. Auf den Blättern wird der braune Teil der Flecken bald abgetötet und bricht nach dem Vertrocknen aus. Wenn das Blatt sehr stark befallen ist, so schrumpft und krümmt es sich vollständig zusammen, indem es sich bräunt. Auf den Beeren können dieselben braunen Flecken auftreten; sie schrumpfen und trocknen bald ein. Die Krankheit ist in den europäischen Weingebieten und wahrscheinlich auch in Nordamerika weit verbreitet und verursacht unter gewissen Umständen einen ganz bedeutenden Schaden. Als begünstigende Momente kommen Feuchtigkeit und zu dichter Stand der Reben in erster Linie in Betracht. Namentlich in feuchten Frühjahren tritt die Krankheit mit grofser Intensität auf, um in der Sommerhitze fast ganz zu verschwinden. Als Bekämpfungsmittel hat man die Bespritzung der Stöcke im Winter mit 10—15 % wäfsriger Eisenvitriollösung empfohlen. Der Erfolg soll bisweilen sehr augenfällig gewesen sein, indem nach der Behandlung in einem einzigen Winter der Schädling verschwand (Fig. 37, *1—4* auf S. 245).

Bevor wir die Fruktifikation des Pilzes besprechen, sei noch der Veränderungen gedacht, welche im Gewebe der Reben durch das Mycel hervorgerufen werden. Die jungen Triebe werden von aufsen infiziert und das Mycel breitet sich in der Rinde aus, indem das befallene Gewebe abstirbt. Durch das fortdauernde Dickenwachstum wird das abgestorbene Gewebe zerrissen, und es entstehen Wunden, welche die Pflanze durch Korkschichten zu schliefsen sucht. Die Wunde gewinnt also ein völlig krebsartiges Ansehen. Das Cambium wird zerstört und die Oberfläche des Holzes erhält dadurch ein eigenartiges zerrissenes Aussehen. Von dem Rindengewebe wird ein Teil völlig zerstört, ein anderer zusammengedrückt und völlig geschwärzt. Das Mycel bildet

in den so entstehenden Rissen und Furchen zuerst Konidienträger, dann aber (oft auch ohne vorhergehende Fruktifikation) Sklerotien aus.

Der weitere Entwicklungsgang, wie er sich namentlich in Kulturen abspielt, ist neuerdings von P. VIALA und P. PACOTTET[1]) untersucht worden, deren Arbeiten ganz ähnliche Resultate wie bei *G. nervisequum* ergeben haben. Die am längsten bekannte Fruchtform wird durch Sporenlager repräsentiert, welche die Epidermis durchbrechen und die kleinen, hyalinen, einzelligen Sporen verstreuen (Fig. 55, *4*). Die Sterigmen stehen sehr dicht und sind nur sehr kurz. Aufserdem kommen sowohl in der Kultur wie auf den krebsigen Stellen der Zweige einfache Konidienträger und Koremien vor, die ähnliche Konidien wie die Sporenlager abschnüren. Bereits DE BARY hatte gefunden, dafs in den Flecken des Brenners gegen den Winter zu auch Pykniden auftreten, deren Zugehörigkeit er unentschieden lassen mufste. Jetzt ist es durch die Arbeit der beiden französischen Forscher sicher gestellt, dafs zweierlei Pykniden in den Entwicklungskreis gehören. Die einen mit sehr kleinen, länglichen Sporen (Microkonidien, Fig. 55, *5*) und die anderen Phoma-artigen Pykniden mit gröfseren Sporen (Macrokonidien, Fig. 55, *6*). Die Bildung der letzteren erfolgt auf gewissen Kulturmedien an der Spitze schwarzer rhizomorphenähnlicher Stränge; die Pykniden werden durch die feinen Fäden umhüllt, ohne dadurch unsichtbar zu werden. Bis hierhin dürfte wohl kaum ein Zweifel an der Zusammengehörigkeit der geschilderten Fruchtformen zu hegen sein. VIALA und PACOTTET haben aber noch weitere Entwicklungsglieder in der Kultur gezüchtet, die den Hefen und Cysten von *G. nervisequum* analog sind. Auf zuckerhaltigen Nährmedien werden die Mycelzellen kleiner und plasmareicher, bis sie schliefslich kuglig sind, eine ziemlich dicke Membran zeigen und sich voneinander lösen. Aus diesen „Riesenzellen“ sollen nun Hefen hervorgehen, welche längliche Gestalt besitzen und meist eine Zuspitzung auf einer oder selten beiden Seiten zeigen. Zwischen den Hefezellen finden sich bei älteren Kulturen auch Dauerzellen, welche mit doppelter, brauner Membran versehen sind und bei der Keimung die innere Membran hervorstülpen; daraus geht entweder ein Keimschlauch oder Sprofshefe hervor. Die Hefen bilden nun gelegentlich Sporen, können aber auch mit Mycelfäden auskeimen. Eine Rückverwandlung der Hefen in fruktifizierendes Mycel von *G. ampelophagum* ist aber noch nicht gesehen worden. Am Mycel entstehen ganz ähnliche Cysten wie beim Platanenpilz; in ihrem Innern werden eine oder mehrere Sporen gebildet, welche wieder zu Mycel auskeimen. An den Mycelien werden auch häufig Ketten von Chlamydosporen gebildet. Perithecien sind bisher nicht bekannt geworden. Was also hier an den von den französischen Forschern gefundenen Resultaten auffällt, ist wieder das Auftreten von zwei Sporangienformen im Entwicklungskreis eines Pilzes. Setzen wir also die Resultate als richtig voraus, so würden zweierlei Sporangienfrüchte zusammengehören. Nach allem, was wir bisher über Ascomycetenentwicklung kennen, mufs man einem solchen Ergebnis sehr skeptisch gegenüberstehen, zumal der wichtigste Punkt, die Rückverwandlung der Hefen resp. der Cysten in das konidientragende Mycel nicht hervorgehoben wird. Man tut deshalb am besten, wenn man diesen Teil der Arbeit noch auf sich beruhen läfst,

[1]) Sur le culture et le développement de l'Anthraknose in Revue de Viticulture 1904 und Nouvelles recherches sur l'Anthraknose. l. c. 1905.

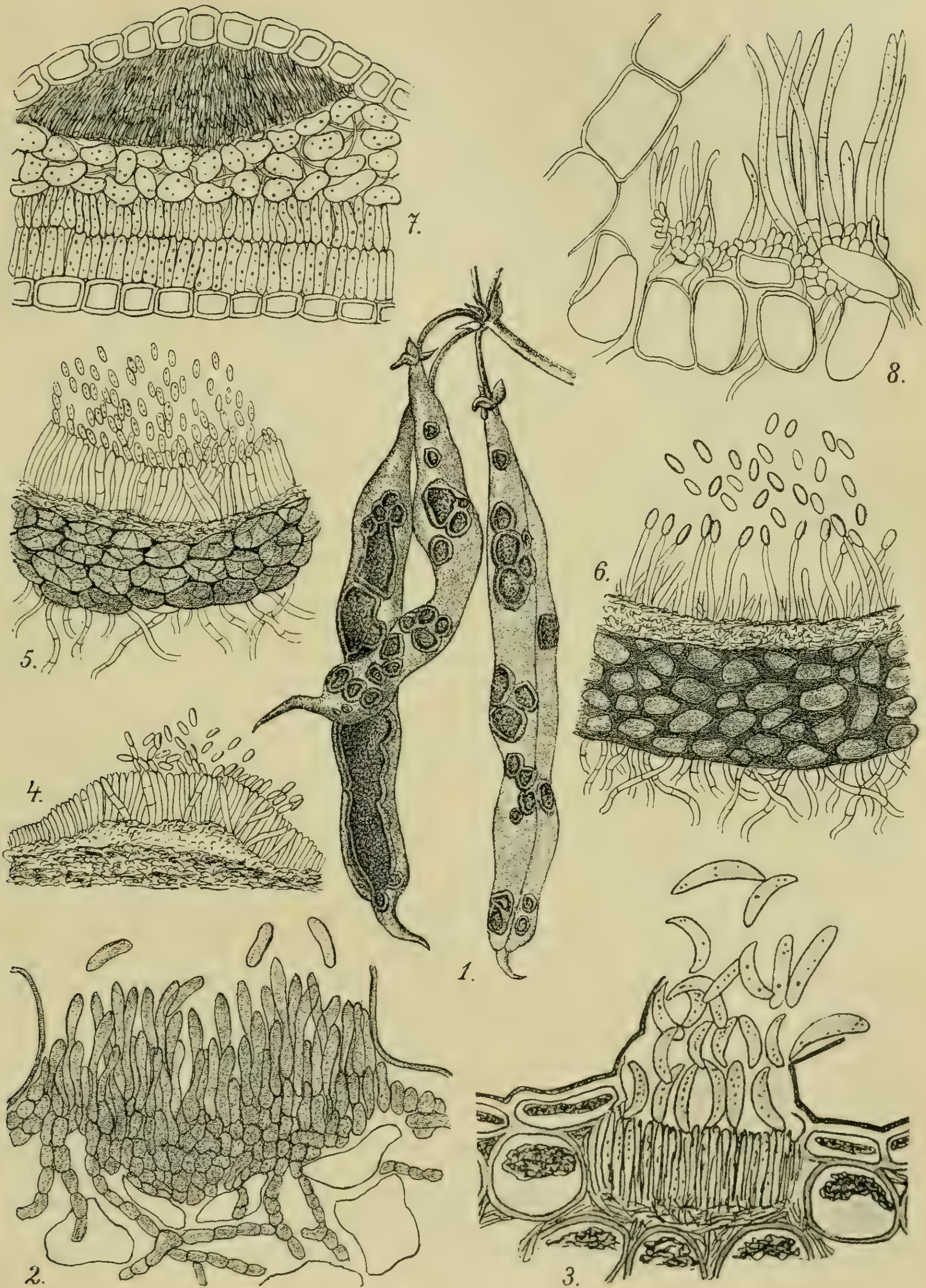


Fig. 55. Anthraknosen.

1—2 Gloeosporium Lindemuthianum Sacc. et Magn. *1* Habitus der Flecken auf Bohnen, nat. Gr.; *2* Querschnitt durch ein Sporenlager, 175 : 1. *3 G. caulivorum* Kirch. Querschnitt durch ein Sporenlager, 575 : 1. *4—6 G. ampelophagum* (Passer.) Sacc. *4* Querschnitt durch ein Sporenlager, 450 : 1: *5* Teil eines Schnittes durch eine Mikropyknide, *6* durch eine Makropyknide, 500 : 1. *7—8 Cylindrosporium Padi* Karst. *7* Querschnitt durch ein noch geschlossenes Sporenlager, vergr.; *8* Rand eines reifen Sporenlagers, stark vergr. (*1—2* nach Frank, *3* nach Kirchner, *4—6* nach Viala und Pacottet *7—8* nach Arthur.)

da er erst anderweitige Bestätigung erforderlich hat. An diese Resultate anknüpfend, hat P. VUILLEMIN[1]) von neuem das Problem der Abstammung der Hefen aufgerollt, aber meiner Ansicht nach hat er aufser den zweifelhaften Viala-Pacottetschen Ergebnissen nichts angeführt, was seine Ansicht, dafs die sporenbildenden Saccharomycesarten den Fungi imperfecti zuzuzählen seien, bestätigen könnte. Ehe nicht eine Bestätigung von unabhängiger dritter Seite erfolgt, ist man berechtigt, den behaupteten Zusammenhang in Zweifel zu ziehen.

Bei den Tiliaceen kommt auf der Linde eine Krankheit vor, die durch *G. Tiliae* Oudem. verursacht wird. R. LAUBERT[2]) hat über diese Lindenerkrankung, die häufig in grofsem Umfange auftritt, genauere Beobachtungen angestellt, aus denen angegeben sei, dafs die Linden im Mai auf den Blättern viele vereinzelte, runde, helle und scharf umgrenzte Flecken bekommen. Die davon ergriffene Blattsubstanz vertrocknet. An den Blattstielen besitzen die Flecken schwärzliche Färbung und sind nicht scharf umrandet. Wenn an solchen Stellen das Gewebe schwindet, so knickt der Blattstiel um und das Blatt wird durch die eigene Schwere vom Stiele abgebrochen. Bisweilen geht die Fleckenbildung auch auf die jungen Zweige und zwar hauptsächlich auf die unteren Teile des Jahrestriebes über und kann auch hier ein Umknicken oder Vertrocknen der Zweige zur Folge haben. Auf den Flecken treten als dunkle Punkte die Sporenlager auf, deren blafsbraune Scheibe durch Zerreifsen der deckenden Epidermisschicht frei wird. Die Krankheit ist in Mitteleuropa nicht selten und kommt nicht blofs an älteren Linden, sondern auch in Baumschulen vor. Bekämpfungsmittel sind noch nicht bekannt.

Die Cactaceen beherbergen mehrere Arten, doch sind bisher gröfsere Schädigungen aus den Gewächshäusern noch nicht gemeldet worden, könnten aber unter günstigen Bedingungen jederzeit auftreten. So wurden in Oberitalien an *Cereus triangularis* das *G. Cerei* Passer. und an *Cereus nycticalus* das *G. amoenum* Sacc. beobachtet. Von nordamerikanischen Treibhäusern ist *G. Opuntiae* Ell. et Ev. auf *Opuntia brasiliensis* bekannt geworden. Am schädlichsten scheint *G. amoenum* zu sein, da die ergriffenen Zweige schnell absterben.

Bei den Ericaceen ergreift *G. Rhododendri* Briosi et Cav. die Blätter von kultivierten Rhododendron-Arten, namentlich von *R. ponticum* und ähnlichen. Die Blätter bekommen sehr grofse, unregelmäfsige, gezonte und dann abtrocknende Flecken, auf denen die schwarzen, runzeligen, konzentrisch angeordneten Sporenlager sitzen. Näheres ist bisher nicht bekannt geworden. Ein gefährlicher Feind der Heidelbeere (*Vaccinium Myrtillus*) ist das *G. Myrtilli* Allesch., das nach den Beobachtungen von G. WAGNER[3]) schon im Frühjahr die Blätter befällt und sie bis zum Juli vollständig abtötet. Die Sporenlager stehen zerstreut auf beiden Blattseiten und besitzen weifsliche Färbung.

Unter den Oleaceen haben die Früchte der Olive (*Olea europaea*) in Portugal von *G. Olivarum* d'Alm. zu leiden. Die von J. V. D'ALMEIDA[4]) genauer untersuchte Krankheit wird Gaffa (Grind) genannt und zeigt

---

[1]) Revue générale des Scienc. 1906 p. 214.

[2]) Eine wichtige Gloeosporium-Krankheit der Linden in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XIV, 1904, S. 257.

[3]) *Gloeosporium Myrtilli*, ein gefährlicher Feind von *Vaccinium Myrtillus* in Zeitschrift f. Pflanzenkrankh. VI, 1896. S. 198.

[4]) La gaffa des olives en Portugal in Bull. Soc. Myc. de France XV, 1899, S. 90.

sich besonders lästig auf den reifen oder fast reifen Oliven. Es tritt zunächst auf der Fruchtoberfläche eine kleine, etwa kreisrunde Einsenkung auf, auf der kleine Erhöhungen erscheinen, die zuletzt aufreifsen und die schleimigen, orangefarbenen Konidienmassen freilassen. Der vertiefte Flecken wächst und kann das ganze Mesocarp ergreifen, das davon hart und lederig wird. Die Sporenmassen bedecken das Ganze mit einem roten oder braunen Überzug, der sich in Wasser schnell auflöst. Die erkrankten Oliven fallen leicht von ihren Stielen ab. Die Krankheit tritt nicht überall regelmäfsig auf, sondern richtet je nach der Feuchtigkeit gröfsere oder kleinere Schäden an. Sie erscheint vom August ab und erreicht ihren Höhepunkt während der Herbstregen im Oktober, besonders in feuchten Jahren. Bekämpfungsmittel sind nicht bekannt.

Bei den Solanaceen findet sich auf Tomatenfrüchten das *G. phomoides* Sacc.[1]). Auf den reifen Tomaten treten schwarze, stecknadelkopfgrofse Erhöhungen auf, in deren Innern sich das Fruchtlager befindet. Die Lager bleiben eingesenkt und öffnen sich nach aufsen nur durch einen halsförmigen Gewebeteil; dadurch gewinnen sie ganz den äufseren Anschein von echten Pykniden. Die Pykniden selbst entstehen in einem stromaartigen Gewebe, welches in den Epidermiszellen wuchert und sie sowie die darunter liegenden Gewebeschichten zerstört. Bisweilen, aber viel seltner, entsteht auch das stromatische Lager oberflächlich, und die Fruchtlager verlieren dann das pyknidenartige Aussehen. Aufserdem treten noch gefärbte, sehr unregelmäfsig gestaltete Chlamydosporen auf, die sofort keimfähig sind. Guéguen hat den Pilz kultiviert und in der Kultur Sporenlager und Chlamydosporen erhalten. Impfungsversuche ergaben, dafs der Pilz nur durch Verwundungen in die Frucht eindringen kann. Das Mycel wuchert zuerst zwischen den Zellen und entsendet Zweige in die Zellen, welche den Zellkern zerstören und dadurch den Tod der Zelle herbeiführen. Der Schaden, der durch den in Amerika und in Westeuropa beobachteten Pilz angestiftet wird, ist wohl kaum bedeutend, obwohl in Fällen, wo durch äufsere Veranlassungen Wunden an den Früchten erzeugt werden, gewifs auch ausgedehntere Beschädigungen kaum ausbleiben werden.

Die Cucurbitaceen beherbergen zwei Arten, von denen die häufigere *G. lagenarium* (Pass.) Sacc. die Gurken und Melonen befällt und mit *G. Lindemuthianum* (siehe oben S. 419) identisch sein soll. Die Früchte zeigen braune, eingesunkene, fast kreisrunde Flecken, auf denen die Sporenlager des Pilzes gebildet werden. Die Sporen werden als schleimige, hellrötliche Ranken oder Kugeln ausgestofsen. Auch die Blätter werden häufig befallen und bekommen braune Flecken. Der Schädling tritt besonders in Treibhäusern nicht selten auf und läfst sich nur durch Vernichten der erkrankten Pflanzen und sorgfältige Reinigung der Häuser ausrotten. Im Freilande wurde er ebenfalls beobachtet; hier übt er besonders bei feuchter Witterung seine zerstörenden Wirkungen aus. Die Kürbisse werden von einer verwandten Art befallen, *G. orbiculare* Berk., die vielleicht mit der ersteren identisch ist.

In der äufseren Gestaltung ist die Gattung *Colletotrichum* Corda (*Steirochaete* A. Braun et Casp.) dem soeben besprochenen *Gloeosporium*

---

[1]) Vgl. F. Guéguen, Recherches anatomiques et biologiques sur le *Gloeosporium phomoides* Sacc., parasite de la Tomate in Bull. Soc. Myc. de France XVIII, 1902, S. 312.

außerordentlich ähnlich. Der Hauptunterschied beruht nur darin, daß die Lager am Rande von langen, dunklen Borstenhaaren eingefaßt sind, die bei Gloeosporium typischerweise fehlen. Trotzdem scheint auch dieses Merkmal nicht immer zuverlässig zu sein, weil verschiedene Gloeosporien hierher gestellt werden, nachdem man gelegentlich Randborsten gefunden hatte (vgl. *G. Lindemuthianum, lagenarium* u. a.).

Als Feind des Zuckerrohrs tritt *C. falcatum* Went auf Java, Mauritius und in Westindien auf. Es verursacht den roten Brand in den Stengeln. Diese zeigen auf dem Längsschnitt rote Verfärbungen der inneren Gewebepartieen, in die bisweilen weiße Flecken eingesprengt sind; später wird der Stengel hohl, und es tritt das Mycel in dem Hohlraum reichlich auf. Äußerlich zeigt der Stengel nur wenig Zeichen der Krankheit, dagegen vertrocknen nach Zerstörung der Blattbündel die Blätter. Bei älteren Pflanzen vermag der Pilz nur durch Wunden oder an alten Blattbasen einzudringen, an jüngeren Exemplaren dagegen scheint er die Gewebe auch ohne Verletzungen anzugreifen. Bekämpfungsmittel sind nicht bekannt, der angestiftete Schaden dürfte nicht allzu groß sein.

. Kultivierte Anthurien können von *C. Anthurii* Delacr. befallen werden und bekommen dadurch gelbliche Flecken. Obwohl bisher noch keine größeren Schädigungen bekannt geworden sind, so könnte doch leicht unter begünstigenden Verhältnissen in den Kulturhäusern eine ausgedehntere Erkrankung der Blätter eintreten. Auf *Ficus elastica* schmarotzt auf den Blättern *C. elastica* (Cke. et Mass.) Koord. (*Gloeosporium elasticae* Cke. et Mass., *Colletotr. Ficus* Koord.). Der Pilz bringt seine rötlichen Konidienlager, die bald mit, bald ohne Randborsten sein können, auf Blattflecken hervor. Das Gewebe stirbt bald ab, und das Blatt geht bei stärkerem Befall zugrunde. Die im Freien bisher nur auf Java und in Ostafrika beobachtete Art kommt auch in Gewächshäusern in Deutschland und England vor. Der Spinat leidet in Nordamerika unter dem Angriff von *C. Spinaciae* Ell. et Halst., das auf den Blättern Flecken erzeugt.

Auf Citrus tritt *C. gloeosporioides* Penz. auf. Dieser in Italien zuerst beobachtete Pilz, der den Bäumen nur geringen Schaden zufügt, tritt nach F. Noack[1]) in Südbrasilien an Orangenbäumen im Botanischen Garten zu São Paulo ziemlich verderblich auf. Die Zweigspitzen waren vertrocknet und zeigten ebenso wie die noch grünen Ästchen lange streifenförmige Flecken, die nach dem noch gesunden Gewebe zu mit einem braunen Wulst abgegrenzt waren. Die Blätter hatten fast weiße, rundliche Flecken mit erhabenem braunem Rande. Auf dem vertrockneten Gewebe sitzen die Sporenlager des Pilzes. Im Freien tritt der Pilz weniger verheerend auf; Bekämpfungsmittel sind unbekannt.

Wichtig ist eine Krankheit der Malven, die sowohl in Europa wie in Nordamerika den kultivierten Malven den größten Schaden zufügt. A. Braun[2]) und Caspary haben diese Krankheit zuerst genauer beobachtet und genauer beschrieben. Sie nannten den schädigenden Pilz *Steirochaete Malvarum*; E. A. Southworth[3]) stellte dann die Art zu *Colletotrichum*, nachdem er selber eine ähnliche Krankheit in Nordamerika beobachtet hatte und den Schädling *C. Althaeae* benannt

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. X, 329.
[2]) Über einige neue oder weniger bekannte Krankheiten d. Pflanzen. Berlin 1854.
[3]) A new hollyhock disease in Journ. of Mycol. VI, 1890, S. 45 u. 115.

hatte. Auf den Blättern treten braune Flecken auf, die sich ausbreiten und sie zum Vertrocknen und Verwelken bringen. Bisweilen treten diese Flecken auch auf dem Blattstiel auf, wodurch das ganze Blatt dann zum Absterben gebracht wird. An älteren Pflanzen zeigen sich am Stengel oder am Blattstiel eingesunkene Stellen von gelbbrauner bis schwarzer Färbung. Im allgemeinen heilen bei trockenem Wetter die Wunden aus, bei nassem dagegen nimmt die Bakterienfäule überhand und tötet die Pflanzen schnell ab. Der Schädling tritt unter Umständen so verheerend auf, daſs die Kultur der Malven und Althaeen in Frage gestellt wird. SOUTHWORTH hat den Pilz in künstlicher Kultur bis zur Sporenbildung gebracht und die Krankheit künstlich auf Malvenblätter übertragen. Fungicide haben bei der Bekämpfung wenig genützt, so daſs wir bisher kein sicheres Mittel besitzen, um den Pilz abzutöten. Eine ähnliche Art, die vielleicht sogar mit *C. Malvarum* identisch ist, sucht die Baumwollenpflanze in Nordamerika heim und wurde von SOUTHWORTH als *C. Gossypii* bezeichnet. Der Pilz kommt auf allen Teilen von *Gossypium* vor, ist aber bisher nur wenig bekannt geworden.

Die kultivierten Stiefmütterchen leiden in Nordamerika bisweilen durch den Angriff von *C. Violae* R. E. Sm. Auf den Blättern treten kleine gelbliche Flecken auf, die absterben und sich allmählich vergröſsern. Sie sind von einem schwarzen Rande umgeben. Die Krankheit geht auch auf die Kronblätter über und verhindert den Samenansatz. Der Teestrauch wird von *C. Camelliae* Mass. befallen und arg beschädigt. Durch Entfernung und Verbrennen der erkrankten Blätter kann man der Krankheit Einhalt tun. Bisher ist der Pilz nur aus Ceylon bekannt geworden. Das Gartenlöwenmaul (*Antirrhinum majus*) wird in Amerika von *C. Antirrhini* Stew. heimgesucht, das auf den Stengeln und Blättern ei- oder kreisförmige, vertiefte Flecken erzeugt[1]). Bespritzen mit Bordeauxbrühe hat gut geholfen, ebenso ist es empfehlenswert, Stecklinge nur von ganz gesunden Pflanzen zu nehmen.

Auf Kaffeeblättern und -zweigen wächst in Süd- und Zentralamerika *C. coffeanum* Noack[2]). Die Blattflecken sind rundlich oder, wenn am Rande hinziehend, länglich, braun, später weiſslich werdend und ohne konzentrische Streifung. Auf den Zweigen werden die Flecken länglicher und sind von einem erhabenen Wulst eingefaſst. Die Fruchtkörper entstehen in den Flecken und sitzen besonders an den Zweigen meist nur auf bereits völlig dürren Partien. Solange die Fruchtkörper noch jung sind, fehlen die Borsten vollständig, erst in späterem Alter zeigen sie sich. Aus diesem Grunde ist der Pilz wahrscheinlich identisch mit *Gloeosporium coffeanum* Delacr., das demnach nur ein jüngeres Stadium vorstellen würde.

Endlich sei noch des Pilzes gedacht, der die kultivierten Cucurbitaceen befällt. *C. oligochaetum* Cav. wurde zuerst in Oberitalien an jungen Keimpflanzen von Wassermelonen beobachtet. Später hat dann CAVARA den Schädling auch auf anderen Melonen und auf Flaschenkürbissen beobachtet, wo er auch Blätter und Früchte ergreift und sich durchaus nicht auf die Kotyledonen beschränkt. Auch auf Melonenkulturen in Frankreich tritt der Parasit nicht selten auf und gab

---

[1]) cfr. STEWART in New York Agr. Exp. Stat. Geneva. Bull. n. 179. 1900.
[2]) cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, 202.

Delacroix[1]) Gelegenheit, ihn genauer zu studieren. Wenn die Keimpflanzen angegriffen werden, so entstehen an den Kotyledonen oder Stengelchen einsinkende Flecken, die schnell den Tod des Pflänzchens herbeiführen. Die älteren Pflanzen leisten dem Angriffe länger Widerstand, weil er sich auf ihnen langsamer ausbreitet. Auf den Stengeln der Melonen entstehen verlängerte, gelbliche, schlecht begrenzte Flecken, während die der Blätter eine bräunlichere Färbung besitzen. Die Früchte bekommen weifsgelbe, in die Tiefe fressende Stellen, in denen die Gewebe vollständig zersetzt sind. Auch hier vollenden Bakterien das von dem Colletotrichum eingeleitete Zerstörungswerk. Die Melonen kommen natürlich nie zur Reife, sondern gehen vorher schon zugrunde. Bei der grofsen Schädlichkeit des Parasiten werden Bekämpfungsmittel empfohlen: Anwendung von Bordeauxbrühe. Kultur auf Boden, der noch nicht für die Melonenkultur diente usf. Mir ist nicht bekannt, ob diese Mittel Erfolg gehabt haben.

Die Gattung *Myxosporium* Link legt ihre Sporenlager unter der Epidermis von Zweigen der Holzpflanzen an und bringt kein eigentliches Gehäuse zur Ausbildung. Bei nassem Wetter werden die Lager feucht und schleimig und besitzen stets helle Färbung. Während man bisher die Arten für harmlos hielt, wies E. Rostrup[2]) nach, dafs mehrere Arten für ziemlich gefährliche Parasiten zu gelten haben. So treten häufig auf Birn- und Apfelbäumen die beiden Arten *M. Piri* Fuck. resp. *M. Mali* Bres. schädigend auf, indem sie auf den grünen Zweigen oder am Stamm verfärbte und einsinkende Flecken auf der Rinde erzeugen. *M. devastans* Rostr. vernichtet oft junge Birkenkulturen. *M. abietinum* Rostr. ergreift Stämme von Koniferen wenig oberhalb der Bodenfläche und veranlafst bisweilen das Eingehen der Bäume. *M. lanceola* Sacc. tritt an jungen Eichenzweigen schädigend auf, *M. carneum* Lib. ebenso an jungen Rotbuchen. So wären noch andere Schädlinge von Waldbäumen zu erwähnen, über die in der unten angegebenen Literatur das Nähere eingesehen werden mag.

Zu den Phaeosporeae gehört die Gattung *Melanconium* Link, deren Sporenlager unterrindig entstehen und kegel- oder scheibenförmige Gestalt besitzen. Die einzelligen Sporen sind fast kuglig, rufsfarben und werden in schwarzen Klumpen oder Ranken abgesondert, so dafs davon das Substrat geschwärzt wird. Die meisten Arten leben rein saprophytisch, bemerkenswert ist nur *M. fuligineum* (Scrib. et Viala) Cav. (*Greeneria fuliginea* Scrib. et Viala). Der Pilz wurde auf Weinbeeren zuerst in Nordamerika gefunden, wo er die als „bitter rot" bezeichnete Krankheit verursacht. Später fand ihn Cavara auch in Italien und F. Noack[3]) in Südbrasilien. Die Erkrankung der Beeren tritt meist erst kurz vor der Reife in die Erscheinung, indem die Oberhaut runzlig wird. Die Beeren schrumpfen vollständig ein und bleiben am Stock hängen. Meist in diesem Zustande, seltner wenn die Beeren noch prall sind, entwickeln sich dann unter der Oberhaut die schwarzen Sporenlager des Pilzes. Noack hat nun beobachtet, dafs die Sporen, solange die Lager noch unter der Epidermis sich befinden, in einer hellrosa Ranke ausgestofsen werden und hyalin sind. Erst wenn die Lager über die Epidermis hervorgetreten sind, werden die Sporen etwas

[1]) Bull. Soc. Mycol. de France X, 1894, S. 162.
[2]) Tidsskr. for Skovvaesen 1902 S. 92; Plantepatol. S. 584.
[3]) cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IX, 4.

kleiner und hell olivengrün. Wir haben also hier den Fall, dafs der Bitterfäulepilz gleichsam erst ein Gloeosporiumstadium durchläuft, ehe er seine typischen Sporen bildet. Auch Gemmenbildung tritt gelegentlich auf. Bei abnorm feuchter Witterung werden auch die Traubenstiele und die jungen Triebe befallen. Auch das Aussehen der Beeren ist bei feuchtem Wetter ein anderes; sie erscheinen prall und strotzend und trocknen erst später zusammen, in trockenem Klima allerdings bieten sie das oben geschilderte Aussehen. Die Krankheit richtet bisweilen ziemlichen Schaden an; Bekämpfungsmittel sind nicht bekannt.

Die Gattung *Marssonina* P. Magn. (= *Marssonia* Fisch.) bewohnt ausschliefslich Blätter und besitzt zweizellige, hyaline Sporen. Die Sporenlager sind lange oder immer von der Epidermis bedeckt. Die meisten Arten verursachen wohl kaum nennenswerten Schaden, wie z. B. *M. Juglandis* (Lib.) P. Magn., die auf Walnufsblättern graugelbe, braun umrandete Flecken erzeugt. Ein wirklicher Schädling ist *M. Panattoniana* (Berl.) P. Magn. auf dem Kopfsalat[1]) in Italien. Die Salatblätter zeigten nach der Mittelrippe kreisrunde, 2—3 mm grofse Flecken, die innen weifs und am Rande braun sind und allmählich zusammenfliefsen, so dafs das ganze Blatt schliefslich fault. Zuletzt wird der ganze Kopf davon ergriffen und für den Genufs unbrauchbar. *M. Secalis* (Oud.) P. Magn. verursacht auf den Blättern von Gerste, Roggen und anderen Gräsern grauweifse, längliche, braunberandete Flecken, die unterseits die kleinen Sporenlager erzeugen. Es ist nicht bekannt, ob der Pilz gröfseren Schaden anzurichten vermag.

Unter den Hyalophragmiae wäre die Gattung *Septogloeum* Sacc. zu erwähnen. Die kleinen, blassen Sporenlager durchbrechen die Epidermis und erzeugen die länglichen, hyalinen, drei- und mehrzelligen Sporen. Die Arten kommen auf Blättern und jungen Zweigen vor und sind teilweise gefährliche Parasiten. *S. Hartigianum* Sacc.[2]) verursacht die Zweigdürre des Feldahorns. Im Frühjahr sterben ohne äufserlich sichtbare Veranlassung junge Zweige des Feldahorns plötzlich ab, ohne dafs die Entwicklung der Knospen vor sich gehen kann; tiefer gelegene Äste zeigen dagegen normales Ausschlagen. In der Rinde und bisweilen auch im Holz wächst das Mycel des Schädlings, das im Mai die Sporenlager in Gestalt von länglichen graugrünen Linien bildet. Die Neuinfektion der jungen Zweige geht sofort vor sich, und das Mycel wächst während des Sommers im Zweige, ohne dafs es äufserlich bemerkbar wäre. Die Dürre der Maulbeerbäume, in Italien „fersa“ genannt, verursacht *S. Mori* Briosi et Cav.[3]). Auf den Blättern werden gelbe, braun umrandete Flecken gebildet, auf denen die Sporenlager unter der Epidermis angelegt werden. Bisweilen geht der Pilz auch auf die Blattstiele und jungen Zweige über, wo er sogar überwintert. Im Herbste tritt dann die als *Phleospora moricola* Pass. bezeichnete Sporenform auf. Der Schaden, den der Parasit verursacht, bezieht sich weniger auf die Bäume, als auf die Seidenraupenzucht, da die kranken Blätter von den Raupen nicht genommen werden. Aus den Infektionsversuchen der beiden unten genannten Autoren geht hervor, dafs die Blätter bei genügender Feuchtigkeit und Wärme leicht

---

[1]) A. N. Berlese, Un nuovo marciume dell' insalata in Riv. di patol. veg. III, 339.

[2]) R. Hartig, Ein neuer Parasit des Feldahorns in Forstl. naturwiss. Zeitschr. 1892, S. 289.

[3]) G. Cuboni e U. Brizi, La fersa del gelso in Bollett. di Notiz. agrar. XVIII, 1896, S. 321.

infiziert werden können. Als Bekämpfungsmittel wird die Bespritzung der Bäume mit Bordeauxbrühe, und zwar zur Herbstzeit, empfohlen. Das epidemische Auftreten der Krankheit scheint hauptsächlich durch Witterungsverhältnisse bedingt zu sein, namentlich durch Regen und Nebel, während in Süditalien, wo meist trockenes, heifses Wetter herrscht, die Krankheit ungleich seltner ist. Auf der Quitte erzeugt *S. Cydoniae* (Mont.) Pegl. eine Blattdürre, die aber wenig schädigend zu wirken scheint. Ein gefährlicher Feind der Ölpflanze *Arachis hypogaea* auf Java ist nach Raciborski [1]) *S. Arachidis* Racib. Die Blätter bekommen runde, in der Mitte braunschwarze, am Rande schmal hellgelb berandete Flecken und sterben bald ab. Dadurch werden die Felder oft auf weite Strecken hin vollständig entblättert.

Ebenfalls zu den Hyalophragmiae gehörig ist die Gattung *Pestalozzina* Sacc., die sich von der nachher zu besprechenden *Pestalozzia* nur durch die Sporenfarbe unterscheidet. Erwähnt sei *P. Soraueriana* Sacc. auf *Alopecurus pratensis* [2]). Die Blätter werden von der Spitze her gebräunt und verdorren, wodurch der Blütenansatz fast völlig unterdrückt wird. Die Sporenlager werden auf beiden Seiten der Blätter gebildet und enthalten die hyalinen, meist vierzelligen Sporen, die entweder spindel- oder rübenförmig sind. Die oberste etwas ausgezogene Zelle trägt die hyalinen Borsten.

Die Gattung *Pestalozzia* de Not. besitzt scheiben- oder kissenförmige, schwarze Sporenlager, die unter der Oberhaut ausgebildet werden und dann hervorbrechen. Die Sporen sind länglich, drei- bis mehrzellig, dunkel gefärbt; bisweilen sind die Endzellen hyalin, an der Spitze stehen eine oder mehrere hyaline Borsten. Unter den zahlreichen Arten der Gattung finden sich viele, welche gefährliche Parasiten sind. Einer der bekanntesten Schädlinge ist *P. Hartigii* Tub., welche die Einschnürungskrankheit an jungen Holzpflanzen hervorruft. Die Krankheit zeigt sich äufserlich dadurch an, dafs die Stämmchen dicht über dem Boden eine Einschnürung zeigen, an der die Rinde allmählich vertrocknet. Sehr häufig zeigen die Partien ober- und auch unterhalb der Einschnürungsstelle noch eine Zeitlang fortgesetztes Wachstum, dann wird durch das zugewachsene Holz die Rinde aufgesprengt. Allmählich tritt eine gelbe Verfärbung des Laubes ein, und die ganze Pflanze stirbt ab. K. v. Tubeuf [3]), der die Krankheit zuerst genauer studierte, fand in der Rinde Mycel, das die Sporenlager entwickelt. Die Sporen sind vierzellig, die beiden mittleren Sporenzellen zeigen dunkelbraune Färbung, während die obere und basale, welche viel kleiner sind, keinerlei Färbung besitzen. An der Endzelle befinden sich zwei bis drei hyaline Anhängsel. Bei der Reife trocknen die hyalinen Zellen meist zusammen, und man findet dann nur noch die beiden braunen mittleren Zellen. v. Tubeuf beobachtete die Krankheit zuerst an jungen Fichten und Tannen, später wies Rostrup sie auch bei Buchensämlingen nach. Seither hat man auch bei anderen Waldbäumen, wie Erlen, Ahorn, ganz analoge Erscheinungen gefunden, durch die unter Umständen ein grofser Schaden an den jungen Pflanzen angerichtet wird.

Eine ähnliche Erkrankung kann auch *P. funerea* Desm. an

---

[1]) Pflanzenpathologisches aus Java in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VIII, 66.
[2]) P. Sorauer, Phytopathologische Notizen in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, 213.
[3]) Beiträge zur Kenntnis der Baumkrankheiten. 1888.

Chamaecyparis, *Juniperus* und anderen Koniferen veranlassen. Im allgemeinen findet sich die Art als harmloser Saprophyt, bisweilen aber tritt sie stark schädigend auf, indem sie an den Ästen oder Stämmchen Einschnürungsringe erzeugt. Die oberhalb liegenden Teile der Pflanze sterben ab. Bekämpfungsmaſsregeln kennt man nicht. An *Abies*-Arten im Berliner Botanischen Garten wurden an der Spitze der Äste gallenartige Verdickungen beobachtet, deren Ursache die *P. tumefaciens* P. Henn. sein soll. Die genaueren Beweise dafür, daſs die Art wirklich der Erreger der Gallen ist, steht noch aus, doch wird die Tatsache dadurch wahrscheinlich, daſs Temme[1]) nachgewiesen hat, daſs für die Holzkropfgallen bei Weiden die *P. gongrogena* Temme als Erreger anzusehen ist. Allerdings wäre die Möglichkeit immer noch gegeben, daſs diese gallenartigen Anschwellungen Insekten ihre Entstehung verdanken, worauf dann erst die Pestalozzien sich angesiedelt haben.



Fig. 56. Durch *Pestalozzia fuscescens* Sor. erkrankte *Corypha*-Pflänzchen. (Nach Sorauer.)

Bei kultivierten jungen Exemplaren von *Corypha australis* kommt häufig eine Erkrankung vor, die von P. Sorauer[2]) auf *P. fuscescens* Sor. zurückgeführt wird. Die Pflanzen verlieren ihre dunkelgrüne Färbung und nehmen ein graues, manchmal fast milchglänzendes Aussehen an; dann beginnen einzelne Blätter gelb zu werden und gleichzeitig bemerkt man eine deutliche Wurzelerkrankung. Einzelne Blattstellen zeigen helldurchscheinende, schwarz umrandete Flecken, in deren Zellen das Chlorophyll zerstört ist und die später dunkelbraun werden. An den Blattstielbasen ist das Gewebe eingesunken (Fig. 56 bei *a*) und bildet napfförmige Vertiefungen mit schwarzen, halbkugligen, punktförmigen, glänzenden Auftreibungen, welche die Lager des Pilzes darstellen (Fig. 56 bei *b*). Die Konidien sind fünfzellig, die mittlere Zelle ist am gröſsten und zeigt die dunkelste Färbung, die oberste Zelle trägt zwei bis drei hyaline Borsten (Fig. 57). Eine Varietät dieser Art, welche Wakker *forma Sacchari* nennt, kommt auf Java an Zuckerrohr vor und verursacht eine Blattfleckenkrankheit. Der angerichtete Schaden scheint nicht besonders groſs zu sein. Auf *Phoenix dactylifera* findet sich *P. Phoenicis* Grev.; genaueres ist über den Pilz nicht bekannt.

Auf *Lupinus Cruikshanksii* und *L. mutabilis* kommt *P. Lupini* Sor. vor[3]). Die Kotyledonen sowie auch die Blattzipfel zeigten rostbraune Flecken, die sich schnell über die ganze Pflanze ausbreiteten und sie

[1]) Landwirtsch. Jahrb. 1887.

[2]) Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 2. Aufl. II, 399.

[3]) Wagner, F., u. P. Sorauer, Die Pestalozzia-Krankheit der Lupinen in Zeitschrift f. Pflanzenkrankh. VIII, 266.

zum Absterben brachten. Wenn die Pflanzen erst eine gewisse Gröfse erlangt hatten, so wurden zwar die unteren Blätter noch infiziert, aber die Erkrankung tat der Fruchtbildung keinen wesentlichen Abbruch. Der Ausbruch der Erkrankung war besonders durch das feuchte Wetter gefördert worden. Die Sporen des auf den Flecken sich findenden Pilzes sind fünf- bis sechszellig und sind rauchgrau gefärbt. Nur die oberste Sporenzelle ist hyalin und trägt drei bis vier hyaline Borsten. Merkwürdig ist, dafs die auf benachbarten Beeten stehenden Arten *L. albus* und *luteus* von der Krankheit ganz verschont blieben.



Fig. 57. Schnitt durch ein Sporenlager von *P. fuscescens* auf *Corypha*.
e Epidermis, *g* Gefäfsbündel, *st* Pilzgeflecht, *z* zerstörtes Gewebe, *m* Mycel, *a—i* Sporen in verschiedenen Stadien der Auskeimung. (Nach SORAUER.)

Viele Gewächshauspflanzen mit lederigen, glänzenden Blättern, wie *Camellia japonica, Citrus, Magnolia, Rhododendron, Thea* u. a. leiden unter dem Angriff von *P. Guepini* Desm. Die Blätter bekommen grofse, helle Flecken, die von einem dunkleren Saum umgeben werden. Auf den Flecken entstehen die Sporenlager, deren Sporen in Schleim eingebettet sind. Die drei mittleren Zellen sind dunkel gefärbt, die Endzellen dagegen hyalin. Die befallenen Blätter fallen vorzeitig ab. Der Pilz ist nicht blofs auf kultivierten Pflanzen bekannt, sondern tritt auch als arger Schädling beim Teestrauch auf, indem er den grauen Brand erregt. In den teebauenden Ländern Südostasiens ist er nicht selten. Weitere Arten kommen auf lebenden Blättern wildwachsender Pflanzen vor und können hier übergangen werden.

Eine Vertrocknung der Nadelspitzen von *Abies pectinata* erzeugt in den Vogesen *Toxosporium abietinum* Vuill. Nach den Untersuchungen P. Vuillemin's [1]) sind die Sporenlager sehr klein, fast linsenförmig und brechen hervor. Die Sporen sind bogenförmig gekrümmt und bestehen aus drei je zweizelligen Abschnitten, von denen der mittlere dunkelfarbig, die beiden äufseren hyalin sind. Der an den Bäumen entstehende Schaden scheint nicht bedeutend zu sein.

Unter den Scolecosporae mit wurmförmigen Sporen wäre die Gattung *Cylindrosporium* Ung. zu erwähnen. Die bekannteste Art, *C. Padi* Karst., ist ein gefährlicher Schädling der *Prunus*-Arten. Während der Pilz in Europa meist nur auf *Prunus Padus* auftritt, befällt er in Nordamerika die Blätter der Kirschen-, Pflaumen-, Weichselkirschbäume und daneben noch von vielen wildwachsenden Arten [2]). Mitte Mai, oft auch noch später, entstehen auf den Blättern rötliche oder etwas bleiche Flecken auf der Oberfläche. Die ursprünglich punktkleinen, runden Flecken vergröfsern sich schnell, fliefsen auch bisweilen zusammen und bringen das Blatt zum Absterben. Bei Pflaumen und Kirschen brechen die Flecken aus, und die Blätter erscheinen durchlöchert; bei Kirschen tritt das Ausbrechen seltener ein. Auf der Blattunterseite erscheinen in Form von Pusteln die Sporenlager, welche von der Epidermis sehr lange bedeckt bleiben (Fig. 55, *7, 8*) und die Sporen aus einem Loche dieser deckenden Schicht in Ranken entlassen. Die Sporen sind meist einzellig, fadenförmig, häufig gebogen und bisweilen durch sogenannte falsche Scheidewände in zwei oder mehr Abteilungen zerlegt. Der Schaden wird durch die vorzeitige Entblätterung der Bäume hervorgerufen, so dafs in Nordamerika schon oft im August die Pflaumenbäume kahl stehen. Besonders schädlich wirkt er in Baumschulen, und nach Pammel verhindert er stellenweise das Aufziehen von Kirschensämlingen. Die verschiedenen Kirschen- und Pflaumensorten werden in ungleichem Mafse befallen, so dafs einzelne Sorten fast immun genannt werden können. Für die Bekämpfung des Pilzes scheint aber dieser Umstand deshalb wenig Bedeutung zu haben, weil ja diese immunen Sorten nicht überall gedeihen und unter ungünstigen Verhältnissen wahrscheinlich auch disponiert sein können. Gute Erfolge hat die mehrmalige Bespritzung mit Bordeauxbrühe gehabt. Daneben mufs das abgefallene Laub entfernt werden. Von Bedeutung dürfte aber, namentlich bei uns, wo das kultivierte Steinobst noch nicht zu leiden hat, die Fernhaltung von *Prunus Padus* von den Baumschulen sein, da es leicht geschehen könnte, dafs der Schädling sich von diesem Baume den kultivierten *Prunus*-Arten anpafst. Für die Verhütung und das übermäfsige Auftreten der Krankheit scheinen die Witterungsverhältnisse eine wichtige Rolle zu spielen.

Als besondere Art hat Allescher das *C. Tubeufianum* [3]) abgetrennt, weil es nur die Früchte von *Prunus Padus* befällt. Wie Aderhold aber richtig bemerkt, sind die Unterschiede von *C. Padi* so gering, dafs sie wohl ganz auf Rechnung des veränderten Substrates gesetzt werden können.

---

[1]) Quelques champignons arboricoles nouveaux ou peu connus in Bull. Soc. Myc. de France XII, 1896, S. 33.

[2]) Vgl. über Entwicklung und Bekämpfung: H. Pammel, *Cylindrosporium Padi* Karst. in Jowa Agric. Exp. Stat. Bull. n. 13 und R. Aderhold in Landwirtsch. Jahrb. 1901, S. 805, wo die weitere Literatur angegeben ist.

[3]) v. Tubeuf, Pflanzenkrankheiten, S. 504.

Beiläufig sei noch bemerkt, dafs eine Phoma und eine Ascusform zugleich auf den Flecken beobachtet worden sind; doch reichen die bisher bekannten Tatsachen zur sicheren Unterbringung dieser Pilze nicht aus, auch nicht zum Beweise für die wirkliche Zugehörigkeit zu *C. Padi*.

An der Edelkastanie erzeugt *C. castanicolum* (Desm.) Berl. (= *Septoria castanicola* Desm.) eine Blatt- und Fruchtdürre[1]). Auf den Blättern entstehen vom August ab zuerst unterseits kleine rostbraune Flecken, von denen sich mehrere vereinigen und sich oberseits mit einem gelben, später wieder verschwindenden Rande umgeben. Wenn die Flecken die Blattsubstanz zwischen den Nerven ergriffen haben, so vertrocknen die Blätter und rollen sich eigenartig spiralig zusammen. In diesem Zustande färben sich die Flecken schwarz und heben sich dadurch scharf ab. Da die Blätter meist abfallen, so werden die jungen Früchte ihres Schutzes gegen die Sonnenstrahlen beraubt und vertrocknen deshalb; häufig geht auch der Pilz auf sie über, indem er die Stacheln oder Teile der Fruchtwandung rötet und später schwärzt. Auf den Flecken entwickeln sich in Pusteln die Sporenlager, die hier auch bedeckt bleiben. Die fädigen, hyalinen Sporen sind drei- bis vierzellig und bringen nach der Keimung verzweigte Konidienketten hervor. Die Krankheit trat in Mittelitalien 1893 zum ersten Male in bemerkenswerter Weise hervor und nahm dann einige Jahre später, wahrscheinlich infolge der kühlen und regnerischen Witterung, einen solchen Umfang an, dafs in einzelnen Gegenden die Ernte vollständig vernichtet wurde. Aufser dem Verbrennen der abgefallenen Blätter, in denen das Mycel lange lebensfähig bleibt, besitzen wir kein Mittel zur Bekämpfung des Pilzes.

Eine ganze Reihe anderer Arten verursacht bei Bäumen Abfallen der Blätter, so *C. saccharinum* Ell. et Everh. beim Zuckerahorn in Nordamerika, *C. Orni* (Pass.) Pegl. bei *Fraxinus excelsior* und *Ornus* in Italien, *C. Quercus* Sorok. bei Eichen im Kaukasus usw.

Zum Schlufs wäre bei dieser Abteilung noch *Cryptosporium* Kze. zu nennen, dessen scheibig-kegelige Sporenlager von der Oberhaut bedeckt bleiben. Die Sporen sind lang spindelförmig, gekrümmt und ohne Scheidewände. Die meisten Arten sind Saprophyten, nur *C. leptostromiforme* J. Kühn kann eine gefährliche Lupinenkrankheit veranlassen[2]). Der Pilz bildet an den Lupinenstengeln eingesenkte, schwarze Stromata, in denen die Sporenlager entstehen. Das Aufspringen dieser Lager findet mit einem fast halsartigen Mündungsteil statt. Durch Impfversuche liefs sich eine parasitäre Natur des Schädlings leicht nachweisen, und gleichzeitig konnte Fischer auch zeigen, dafs der Pilz während des Winters sich auf den am Boden liegenden Stengeln saprophytisch auszubreiten vermag. Dagegen geht der Pilz auf den Düngerhaufen zugrunde. Für die Bekämpfung der Krankheit ergäbe sich daraus, dafs der Anbau der Lupinen nicht auf verseuchten Feldern fortgesetzt werden darf, sondern auf einige Jahre unterbrochen werden mufs. In der Nähe von erkrankten Feldern dürfen keine Lupinen gebaut werden, und endlich müssen die erkrankten Stengel als Streu verwendet werden, damit der Pilz während des Winters auf der Dungstätte zugrunde geht.

---

[1]) A. N. Berlese, Il seccume del Castagno in Riv. di Pat. veg. II, 1893, S. 194.
[2]) Vgl. M. Fischer, Das *Cryptosporium leptostromiforme* etc. Bunzlau 1893.

3. Hyphomycetes.

Auf S. 396 waren die Merkmale, welche die Hyphomycetes von den übrigen Ordnungen der Fungi imperfecti unterscheiden, bereits kurz auseinandergesetzt worden. Während die Konidienträger bei den Sphaeropsideen in geschlossenen Fruchtkörpern und bei den Melanconieen in bestimmt charakterisierten Lagern zusammentreten, bilden die H. ihre Konidienträger einzeln aus. Damit soll nicht gesagt sein, dafs es nicht unter Umständen vorkommen kann, dafs dichte Rasen entstehen; aber diese sind dann niemals von besonders differenzierten Hüllen umgeben, sondern zeigen sich stets als Konglomerate von Trägern, welche dicht parallel nebeneinander stehen. Ich erinnere an die Konidienlager von *Tubercularia* oder *Monilia*, die niemals mit solchen von *Gloeosporium* oder ähnlichen Formen zu verwechseln sein werden, selbst wenn ursprünglich das Mycel im Pflanzenteil wuchert und die Konidienträger in lagerartiger Decke durchbrechen sollten. Aufserdem sind hier fast durchgängig die Konidienträger reicher differenziert. Wir treffen einfache Träger, die an der Spitze eine oder mehrere Konidien bilden, wie *Oidium;* indessen meistens findet eine mehr oder weniger reichliche Verzweigung statt, die am besten mit den Blütensystemen der höheren Pflanzen verglichen werden kann. Die rein traubigen Systeme sind nicht selten, wie etwa bei *Penicillium*, daneben aber finden wir alle möglichen cymösen Anordnungen sowie unregelmäfsige rispenartige Konidienstände. Die der hier zu besprechenden Gattungen werden Beispiele dafür bringen.

Das Mycel der Hyphomyceten zeigt stets Verzweigung und Scheidewandbildung; Schnallenbildungen kommen nur sehr selten vor. Wenn wir diese wenigen Fälle, die uns hier nicht interessieren, beiseite lassen, so können wir mit Sicherheit behaupten, dafs wir in den H. Nebenfruchtformen von Ascomyceten vor uns haben. Von vielen ist die höhere Fruchtform bekannt geworden; ich erinnere an *Monilia* und *Sclerotinia*, *Fusicladium* und *Venturia*, *Aspergillus* und *Eurotium* usw., aber die meisten Formen stehen noch völlig isoliert und lassen sich kaum vermutungsweise dem System der Schlauchpilze einreihen.

Wir können zwei Typen von Mycelien unterscheiden, der eine zeigt hyaline Fäden, der andere dagegen graue, braune oder schwarze. Dieses Merkmal ist für die weitere Einteilung, wie wir sofort sehen werden, verwertet worden.

Die Konidien werden teils unmittelbar am Mycel oder an kurzen, wenig differenzierten Seitenästen gebildet oder entstehen in den meisten Fällen an besonderen, meist aufrechten, einfachen oder verzweigten Trägern, deren Form zur Charakterisierung der Gattungen und Arten dient. Die Spitze eines Trägerastes bildet entweder eine einzelne Konidie oder mehrere nacheinander, so dafs dann die erste beiseite geschoben wird. Vielfach verkleben die nacheinander gebildeten Konidien durch Schleim miteinander zu einer Kugel, die dem Trägerscheitel aufsitzt. In vielen Fällen findet eine Kettenbildung von Konidien statt, indem die Konidien reihenweise hintereinander zusammenhängend bleiben. Hier lassen sich wieder zwei Typen unterscheiden; entweder ist die äufserste Konidie einer Kette die älteste, d. h. der Scheitel läfst ununterbrochen neue Konidien hervorsprossen und bildet so die Kette (z. B. *Aspergillus*, *Penicillium*), oder die äufserste Konidie ist die jüngste, d. h. der Scheitel produziert nur eine Konidie, und diese läfst an ihrem

Ende eine zweite hervorsprossen usf. (z. B. *Cladosporium herbarum*). In letzterem Falle entstehen häufig Verzweigungen, wenn eine Konidie in zwei aussprofst, und wir bekommen dann dendritische Konidiensprofssysteme. Neben den Konidien kommen auch chlamydosporenartige Bildungen vor oder die abgefallenen Konidien sprossen zu hefeartigen Systemen aus.

Die Farbe und Form der Konidien kann sehr mannigfaltig sein; meist entspricht die Farbe der des Mycels, aber es können auch an hyalinen Mycelien dunkle Konidien entstehen. Aufser einzelligen Konidien kommen alle Arten von geteilten vor. Ein besonderer Typus der Konidienbildung wird durch die sogenannten Büchsenkonidien dargestellt. Wenn wir uns vorstellen, dafs der Scheitel eines sporenabschnürenden Fadens mit einer hohen kragenartigen Membran umgeben wird, so scheinen die am Scheitel abgeschnürten Konidien aus einer Büchse hervorzukommen. Wir finden diese Modifikation vorzugsweise bei den Chalareen.

Die meisten Hyphomyceten wachsen saprophytisch und interessieren uns nicht weiter. Andere aber kommen auf lebenden Pflanzen vor und erzeugen allerhand Krankheiten, namentlich Blattflecken. Die Kenntnis dieser Erkrankungen liegt noch sehr im argen, und es bedarf noch intensiver Arbeit, um die Lebensverhältnisse dieser Parasiten zu klären und die Mittel zu ihrer Bekämpfung zu finden.

Wir teilen die ganze Gruppe in folgende Unterabteilungen ein:

A. Konidienträger stets getrennt voneinander, ebenso auch die vegetativen Hyphen nur ein lockeres Geflecht bildend:
   a) Hyphen und Konidienträger hyalin oder hell gefärbt, ähnlich auch die Konidien — I. Mucedinaceae.
   b) Hyphen, Konidienträger und Konidien dunkel gefärbt, seltner eines davon hyalin — II. Dematiaceae.

B. Hyphen und Konidienträger miteinander verklebt oder verbunden:
   a) Hyphen und Konidienträger ein Coremium bildend — III. Stilbaceae.
   b) Hyphen und Konidienträger lagerartige Polster, häufig mit stromatischer Unterlage bildend, aber nie mit differenziertem Hüllgewebe versehen — IV. Tuberculariaceae.

Die Abgrenzungen dieser vier Unterabteilungen sind durchaus nicht immer scharf; namentlich finden sich bei den Tuberculariaceen Formen, deren Stellung vorläufig mehr konventionell ist als wirklich natürlich. Die weitere Einteilung geschieht dann nach der Teilung der Sporen und bei den beiden letzten Unterabteilungen auch nach der Farbe. Die Namen dieser Gruppen ergeben sich aus dem auf S. 397 angeführten Sporenschema.

Mucedinaceae.

Unter den Hyalosporae wäre zuerst die von Costantin aufgestellte Gattung *Myceliophthora*[1]) zu erwähnen. Die einzige Art, *M. lutea*, erzeugt die von den französischen Züchtern als Maladie du blanc oder Vert de gris bekannte Krankheit des Champignonmycels. Die

[1]) Rév. gén. de Botan. VI, 1894, S. 289.

Hyphen des Pilzes umspinnen die Mycelfäden des Champignons und bilden polsterförmige, kuglige Massen, welche in der Jugend weifs sind, sich aber dann gelb und zuletzt graugrün färben. An den Hyphen entstehen an kurzen Seitenzweigen meist 2, reihenförmig verbundene Sporen, seltner 3—4. Bisweilen sprofst eine Spore auch aus. Aufserdem entstehen im Verlauf der Fäden kuglige Chlamydosporen mit dicker, gelbbrauner Membran. Eine ähnliche Krankheit erzeugt *Monilia fimicola* Cost. et Matr. Sie ist unter dem Namen Plâtre bekannt und ebenso gefürchtet. Die Mycelien des Parasiten bilden weit ausgedehnte, staubige Rasen, die zuerst weifs sind, aber später rötlich und grau werden. Die sporentragenden Äste entspringen in kleinen Gruppen am Mycel und erzeugen am Ende eine längere Konidienkette. Nebenbei sei bemerkt, dafs die unter dem Namen Chanci bekannte Krankheit von den Mycelien der Basidiomyceten *Clitocybe candicans* und *Pleurotus mutilis* erzeugt wird. Als Verhütungsmittel gegen diese Schädlinge, welche der französischen Champignonzüchterei empfindlichen Schaden bereiten, empfiehlt sich die peinlichste Sauberkeit bei der Anlegung der Beete. Die Steintröge dafür müssen sorgfältig gesäubert werden und der Mist soll einer vorherigen Sterilisation unterworfen werden; verseuchte Brut darf natürlich nicht genommen werden.

Auf der Gerste findet sich parasitisch *Ophiocladium Hordei* Cavara[1]), das in seinem Bau etwa Ovularia entspricht, aber gebogene, unseptierte Konidienträger besitzt. Ob der Pilz Schaden verursachen kann, wissen wir nicht.

Von der soeben erwähnten Gattung *Monilia* Pers. wären die Fruchtmonilien zu nennen, welche als Konidienformen zu *Sclerotinia* gehören. Auf S. 288 ff. wurden bereits die Beschreibungen der hier in Betracht kommenden Arten gegeben. In gleicher Weise haben wir auch schon die Bekanntschaft der Gattung *Oidium* Link als zugehörig zu Erysipheen gemacht (vgl. S. 183 ff.); ich verweise auf die an jener Stelle behandelten Arten.

Erwähnt mag *Cephalosporium* Corda sein, deren häufigste Art, *C. Acremonium* Corda (Fig. 58, *1*), sich auf kleineren Pilzen findet. Die an kurzen, einfachen Trägern gebildeten Konidien werden längere Zeit als Köpfchen am Trägerscheitel erhalten. Auf der Kaffeelaus *Lecanium viride* hat ZIMMERMANN als Parasiten das *C. Lecanii* Zimm. beobachtet und schlägt zur Vernichtung der schädlichen Tiere vor, sie mit den Sporen dieses Pilzes zu infizieren.

Mehrere Gelegenheitsparasiten beherbergt die Gattung *Botryosporium* Corda, deren Konidienträger ziemlich lang sind und in der oberen Hälfte kurze, traubig stehende Ästchen besitzen, an deren Spitze sich 2—3 kleine seitliche Auftreibungen befinden; an diesen erst entstehen in gröfserer Zahl auf winzigen Sterigmen die hyalinen, ovalen Sporen. Da die Abgrenzung der Arten noch sehr unsicher ist, so gehe ich darauf nicht weiter ein, sondern führe nur die beobachteten Krankheitsfälle an. Für *B. diffusum* (Grev.) Corda gibt A. DE JACZEWSKI[2]) an, dafs es im Petersburger botanischen Garten die Zweige von *Casuarina leptoclada* abtötete. V. PEGLION[3]) fand *B. pulchrum* Corda (Fig. 58, *2*) als Parasit der Weizenpflanzen. Er konnte aufs überzeugendste dartun, dafs der Pilz niemals normale Pflanzen befällt, sondern nur solche, welche bereits eine

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 1893, S. 24.
[2]) l. c. X, S. 146.
[3]) l. c. XI, S. 89.

weitgehende Schwächung zeigten. So wurden sie durch den Angriff von *Tylenchus vastatrix* prädisponiert, ebenso durch abnorme Feuchtigkeit. *B. longibrachiatum* (Oudem.) Maire scheint häufig in Gewächshäusern aufzutreten und in der Wahl seiner Nährpflanzen nicht besonders wählerisch zu sein. F. Rosen konnte bei einer von ihm beobachteten Epidemie die Tatsache konstatieren, dafs sich der Pilz von jungen Exemplaren von *Blechnum brasiliense* auf absterbende Teile benachbarter Pflanzen verbreitete. Über Bekämpfungsmafsregeln ist nichts bekannt, doch scheint bei normaler Kultur der Pflanzen der Befall verhindert werden zu können.

Die Gattung *Aspergillus* Mich. (Fig. 58, *3*) beherbergt zwar nur saprophytische Arten, doch scheinen die fruchtbewohnenden Spezies *A. ficuum* (P. Henn.) Wehm. und *A. Phoenicis* (Corda) Lindau die Feigen und Datteln vielleicht schon vor dem Abnehmen vom Baume zu befallen. Durch die schwarzen Sporenmassen werden die Früchte ungeniefsbar und in ihrem Handelswert herabgesetzt. Über Fruchtfäule verursachende Arten von *Aspergillus* und *Penicillium* vgl. S. 182.

Ausschliefslich parasitische Arten beherbergt die Gattung *Ovularia* Sacc. (s. Fig. 58, *4*). Das Mycel wuchert im Gewebe des Blattes oder des Stengels und entsendet meist zu den Spaltöffnungen heraus ein Büschel von kurzen, aufrechten Fäden, die an ihrer Spitze einzellige, meist eiförmige, hyaline Konidien bilden. Wenn an der Spize eine Konidie gereift ist, so wächst der Scheitel seitlich weiter, übergipfelt die erste Konidie und bildet eine neue. Wenn dieser Vorgang mehrmals erfolgt ist, so erscheint der obere Teil des Trägers mit Knicken und Vorsprüngen versehen. Vielleicht gehören die Ovularien zu Mycosphaerellen oder ähnlichen Ascomyceten. Von der grofsen Zahl von Arten möchte ich nur wenige hervorheben, soweit sie auf Kulturpflanzen vorkommen; aber auch wildwachsende Pflanzen leiden oft in auffälliger Weise unter dem Angriff dieser Parasiten.

Auf *Rumex hymenosepalus*, der als Canaigre bekannten Farbstoffpflanze, kommt *O. canaegricola* P. Henn. vor. Der Pilz verursacht Blattflecken von bräunlicher Farbe, die im Zentrum fast weifs, am Rande gelbgrünlich sind. Die Blätter gehen bei starkem Befall bald zugrunde, und die Farbstoffproduktion leidet ungemein. Auf kultivierten *Vicia*-Arten kommen mehrere nahe verwandte Vertreter der Gattung vor, wie *O. Viciae* (Frank) Sacc., *O. Villiana* Magn. usw., doch scheint der angerichtete Schaden nicht besonders grofs zu sein. Auf den Limonienfrüchten wird in Sizilien eine als „Ruggine bianca“ bezeichnete Krankheit beobachtet, wodurch die Früchte wie mit einem graugelblichen Firnis überzogen erscheinen. Die Fruchtschale wird unregelmäfsig gefeldert und schuppt stellenweise ab. Nach der Art der Konidienträgerbildung handelt es sich um eine *Ovularia*, die von Briosi und Farneti[1]) als *O. Citri* bezeichnet wird. Nähere Nachrichten über den Schaden oder die Bekämpfung stehen noch aus. Aufser den genannten Arten finden sich andere auf Primeln, Oxalis, Kürbis usw., die aber zu wenig bekannt sind, als dafs sie der Besprechung wert wären.

Die Gattung *Botrytis* Mich. ist bei Sclerotinia S. 293 ff. bereits ausführlich behandelt worden, so dafs es sich hier erübrigt, nochmals darauf einzugehen.

---

[1]) Sopra una grave malattia che deturpa i frutti del limone in Sicilia in Boll. di Entomol. agr. e Patol. veget. IX, n. 12.

Häufig mit *Monilia fimicola* verwechselt wird *Verticilliopsis infestans* Cost., ein Pilz, der auf den Champignonkulturen weiße mehlartige Überzüge bildet und einen ziemlichen Schaden verursacht. Die Krank-



Fig. 58. Mucedinaceae.

1 *Cephalosporium Acremonium* Corda, *a*. Konidienträger, *b*. Konidienköpfchen, stärker vergrößert. 2 *Botryosporium pulchrum* Corda. 3 *Aspergillus niger* Micheli. 4 *Ovularia circumscissa* Sorok. 5 *Cephalothecium roseum* Corda. 6 *Verticillium alboatrum* Reinke et Berthold, Konidienträger aus einem Haar der Kartoffel hervorwachsend. 7 *Mycogone rosea* Link. 8 *Ramularia Armoraciae* Fuck. (*1, 5, 8* nach Saccardo; *2, 7* nach Corda; *3* nach Kerner; *4* nach Sorokin; *6* nach Reinke u. Berthold.)

heit wird als Faux-plâtre bezeichnet und ist bis jetzt wenig bekannt geworden.

Unter den Hyalodidymae wäre zuerst die Gattung *Trichothecium* Link zu erwähnen, deren Art *T. roseum* (Bull.) Link eine Bitter-

fäule von Früchten erzeugt[1]). Sie ist bei Pflaumen, Birnen, Äpfeln (Baldwin fruit spot genannt), Apfelsinen, Kirschen u. a. beobachtet worden, und der Pilz wurde auch auf Taumelgetreide von WORONIN und bei der Brusone-Krankheit der Reispflanze von CAVARA gefunden. Das Fruchtfleisch wird durch das Mycel faulig und nimmt einen bittern Geschmack an. Im feuchten Raum finden sich auch die zarten Konidienträger, welche einen feinen hellrötlichen Anflug bilden. Sie erzeugen an der Spitze eine birnförmige, zweizellige Konidie, die bei üppiger Ernährung beiseite geschoben wird, wodurch schliefslich ein Konidienköpfchen entsteht (Typus der Gattung *Cephalothecium*. Fig. 58, *5*). IWANOFF fand den Pilz auch auf Haselnüssen und Samen von *Pinus Cembra* und impfte erfolgreich die Konidien auf Obstfrüchte über. Der Umstand, dafs der Pilz sonst gewöhnlich auf modernden pflanzlichen Stoffen, Papier, Mist u. dergl. vorkommt, läfst vermuten, dafs es sich bei der Fruchtfäule nur um einen Fall von gelegentlichem Parasitismus handelt, der durch besondere äufsere Zustände vorbereitet wird.

Die Gattung *Rhynchosporium* Heinsen[2]) erzeugt bei Roggen, Gerste und Weizen braune Flecken auf den Blättern und bildet ihre Konidienträger in Form eines weifslichen Anfluges aus. Die Träger verzweigen sich unregelmäfsig gablig und erzeugen an der Spitze hintereinander etwas birnförmige, längliche, zweizellige Konidien. Bisher ist der Schädling trotz seiner weiten Verbreitung in Deutschland noch wenig beachtet worden; es dürfte aber gut sein, ihn weiter zu studieren.

Eine wichtige Gattung ist *Mycogone* Link (Fig. 58, *7*), welche fast ausschliefslich auf Hutpilzen schmarotzt und ihre Lamellen oder Röhren derartig verbildet, dafs die Sporenbildung völlig unterdrückt wird. Von mehreren Arten ist wahrscheinlich gemacht worden, dafs sie als Chlamydosporenstadien zu *Hypomyces* gehören; interessant ist nun, dafs in den selben Entwicklungskreis noch Konidienträger gehören vom Typus von *Verticillium* (Fig. 58, *6*) mit einzelligen Konidien oder *Diplocladium* mit zweizelligen Konidien. Gewöhnlich geht dieses Konidienstadium der Mycogonegeneration voraus, während erst ganz zuletzt die Schlauchform erscheint. Die konidientragenden Fäden sind unregelmäfsig verzweigt und tragen an Seitenästen die zweizelligen Sporen, die aus zwei etwa kugligen Teilzellen bestehen, deren obere meist höckerig und rötlich, gelblich oder bräunlich gefärbt ist, während die untere hyalin und glatt erscheint. Die wichtigste Art ist *M. perniciosa* Magnus, die in den französischen Champignonzüchtereien die als Môle bekannte, gefürchtete Krankheit hervorruft[3]). Die befallenen Champignons werden in ihrer Entwicklung behindert, indem die Stiele und Hüte eine spongiöse Beschaffenheit annehmen und häufig eine *Scleroderma*-artige Form zeigen. Der Schaden, der durch diese Krankheit angerichtet wird, ist allein für die Pariser Züchtereien jährlich auf etwa 1 Mill. Fr. geschätzt worden. Zur Verhütung wird mit Erfolg eine 2%ige Lysollösung angewendet, mit der die Betten der Kulturen und die Erde sorgfältig sterilisiert werden müssen; bei feuchten Kellern ist eine zweimalige Vor-

[1]) Vgl. K. S. IWANOFF, Über Trichothecium roseum, als Ursache der Bitterfäule an Früchten in Zeitschr f. Pflanzenkrankh. XIV, 1904, S. 36.

[2]) Beobachtungen über den neuen Getreidepilz *Rhynchosporium graminicola* in Jahrb. d. Hamburg. Wiss. Anst. 1901.

[3]) Vgl dazu die Arbeiten von COSTANTIN, DUFOUR, MATRUCHOT u. DELACROIX, die in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 310; IV, 251; V, 184; VI, 23; XIII, 234 besprochen sind.

nahme der Operation notwendig. Es empfiehlt sich auch, parasitenfreie, künstlich herangezüchtete Brut zum Belegen der Beete zu verwenden.

Unter den Hyalophragmiae gibt es eine ganze Anzahl von parasitischen Gattungen, wie *Septocylindrium* und *Cercosporella*, die auch Vertreter auf Kulturpflanzen haben. Sie sind aber vorläufig zu wenig bekannt und beachtet, als dafs ich sie hier berühren möchte. Wichtiger ist dagegen *Piricularia Oryzae* Cav., welche als die Ursache der als Brusone bezeichneten Krankheit der Reispflanze in Südeuropa angesehen werden mufs[1]). Zuerst zeigen die Pflanzen ein üppigeres Wachstum, dem aber nach einigen Tagen bereits Erschlaffungserscheinungen folgen. Die Blätter und Halme bekommen gelbe, später sich bräunende Flecken; auch der Blütenstand wird gelb und enthält nur höchst selten fruchtbare Blüten. Am obersten Halmknoten, wo der Blütenstand abzweigt, entsteht eine gelbe, ringförmige Stelle, die allmählich dunkler bis tiefbraun wird. Die Konidien des Schädlings, die auf der Wasseroberfläche schwimmen, gelangen gerade zu der Zeit, wo der Blütenstand aus dem Wasser hervortaucht, auf den Halm und keimen aus. Das Mycel dringt in der Nähe der kurzen Scheidchen, die sich am Knoten befinden, in das Innere ein und entwickelt sich besonders reichlich im Phloemteil der peripher gelegenen Gefäfsbündel. Die Konidienträger entwickeln sich in den Achseln zwischen Halm und Scheide, indem sie zu den Spaltöffnungen hervorwachsen. Jeder Träger erzeugt an der Spitze eine oder zwei umgekehrt birnförmige Konidien, die dreizellig sind. Die Krankheit richtet vielen Schaden an, läfst sich aber vorläufig nicht durch besondere Mittel bekämpfen.

Wir kommen nun zur Gattung *Ramularia* Ung., welche in ihrer äufseren Formgestaltung etwa der Gattung *Ovularia* entspricht, nur sind die Konidien mehr zylindrisch oder länglich und werden durch Teilungswände in zwei oder noch mehr Zellen geteilt. Unter ihren Arten finden wir sehr viele, welche auf Kulturpflanzen Blatterkrankungen erzeugen. Auf *R. Tulasnei* ist bereits auf S. 239 eingegangen worden. Auf den Blättern des Spinates erzeugt *R. Spinaciae* Nijp. Flecken, die oberseits blafs, unterseits braun gefärbt sind. Auf Zuckerrüben findet sich *R. Betae* E. Rostr. in weiter Verbreitung. Die Flecken sind kreisrund, klein, grünlich, werden dann grauweifs und erhalten einen roten Rand; über den Schaden scheint noch nichts Näheres bekannt zu sein. *R. Armoraciae* Fuck. (Fig. 58, *8*) schädigt die Meerrettichkulturen. Die Blätter erhalten ungefähr kreisförmige, bräunliche, zuletzt weifs werdende Flecken. Unterseitig wachsen die Konidienträger in Büscheln aus den Spaltöffnungen heraus und bilden einen feinen weifsen Überzug. Bei starkem Befall sieht das Blatt weifsscheckig aus und stirbt sehr bald ab. Der durch den geringen Wurzelansatz angerichtete Schaden ist in feuchten Jahren oft nicht unbedeutend. Auf *Geranium*-Arten, die in den Gärten kultiviert werden, trifft man nicht selten *R. Geranii* (West.) Fuck., das die Blätter durch Abtötung der Segmente oder grofser Flächen unansehnlich macht. *R. lactea* (Desm.) Sacc. kann den Gartenveilchen und Stiefmütterchen durch Zerstörung der Blätter Schaden zufügen und die Blütenproduktion herabsetzen. Auf *Heracleum Sphondylium* tritt in den Gärten nicht selten *R. Heraclei* (Oud.) Sacc. auf und verursacht eckige, weifse, trocken werdende

---

[1]) Vgl. Ferraris, Il brusone del riso e la *Piricularia Oryzae* in Malpighia XVII S. 129.

Flecken. Auch auf Pastinak und Sellerie kommen Ramularien vor, die aber noch wenig bekannt sind. Eine in Südfrankreich viel Schaden verursachende Artischockenkrankheit hat E. PRILLIEUX[1]) näher studiert. Die Blätter bekommen zahlreiche rundliche, graue Flecken, die mit einem weifsen Überzug bedeckt erscheinen und sich so vergröfsern, dafs bald das ganze Blatt davon bedeckt wird und vertrocknet. Infolge des Blattabsterbens können die Wurzeln nicht mehr die zahlreichen Köpfe ernähren, und das Abtrocknen der letzteren hat einen bedeutenden Verlust für den Züchter im Gefolge. Die Konidienträger der *R. Cynarae* Sacc. tragen zylindrische, meist mehrzellige Konidien. Wenn der Sommer trocken ist, so wird das Fortschreiten des Übels gehindert, während bei feuchter Witterung das Verderben der Pflanzen schnell fortschreitet.

Dematiaceae.

Die Formen der D. wiederholen in vieler Beziehung die der vorhergehenden Untergruppe, nur dafs die Mycelien und Konidien dunkel gefärbt sind.

Von den Gattungen *Torula* Pers. (Fig. 59, *1*) und *Hormiscium* Kunze finden sich viele Arten auf lebenden Blättern und Ästchen, indem sie schwarze, rufstauähnliche Überzüge bilden. Dafs sie nicht ganz ohne Einflufs auf die Nährpflanze sind, erscheint mir zweifellos; aber die Lebensgeschichte dieser Formen ist zu wenig bekannt, um sie hier näher behandeln zu können.

Auf Weizen findet sich nach CAVARA[2]) als Parasit *Acremoniella occulta* Cav. Das Mycel kommt in der Markhöhle des Halmes vor und bildet lockere, weifse Schimmelrasen, welche nach aufsen dünne Konidienträger produzieren, deren grünlich gefärbte Äste akrogen eine braune, kuglige oder ellipsoidische Konidie tragen. Eine ganz ähnliche Art, *A. verrucosa* Togn., hat F. TOGNINI ebenfalls auf Weizen in Oberitalien beobachtet. Genaueres über den Parasitismus beider Arten wissen wir nicht.

Als Ursache einer Braunfleckigkeit der Gerste hat H. BRUHNE[3]) das *Hormodendron Hordei* Bruhne nachgewiesen, das braune, längliche Flecken verursacht, auf denen die einfachen Konidienträger gebildet werden. Die Konidien hängen kettenförmig zusammen und zeigen ellipsoidische bis längliche Gestalt (s. Fig. 59, *7*). In der Regel besitzen sie ein rauhes Epispor, doch kommt häufig in der Kultur auch ein Schwinden der Granulierung zustande. Der Pilz ist ursprünglich ein Saprophyt, denn er läfst sich leicht in künstlicher Kultur züchten, und hat aufserordentlich resistente Sporen. Die Infektion der Felder beginnt stets in der Nähe von Schutt- und Müllhaufen und schreitet erst von da mit günstiger Witterung schnell vorwärts. Befallen wird aufser der Gerste nur *Hordeum murinum*. Zur Bekämpfung würde es demnach genügen, wenn die Schutthaufen von den Feldern entfernt werden oder in ihrer Nähe keine Gerste gebaut wird und wenn aufserdem *Hord. murinum* möglichst auf den Feldern beseitigt wird. Neuerdings hat sich herausgestellt, dafs die Flecken auf den Blättern von Gerste in

[1]) Maladie des Artichauts produite par le Ramularia Cynarae in Bull. Soc. Myc. France VIII, 1892, S. 144.
[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 24.
[3]) Zopf, Beitr. IV, 1894.

der Nähe der auf die Felder gefahrenen Haufen von Strafsenkehricht nicht durch den Pilz hervorgerufen werden. Diese sind vielmehr Anzeichen einer nicht parasitären Ernährungsstörung (Nekroseflecken) und die mehrfach, aber nicht immer stattfindende Pilzansiedlung eine sekundäre Erscheinung.

Eine besonders merkwürdige Gattung ist *Thielaviopsis* Went[1]), (s. Fig. 59, *2*) deren Art *T. paradoxa* (de Seyn.) v. Höhn. die sogenannte Ananasziekte des Zuckerrohrs verursachen soll. Der Pilz bildet an aufrechten Seitenzweigen einfache, oidienartige, braune Konidienketten und daneben auf ähnlichen Ästen hyaline Büchsenkonidien, welche in ihrer Form nur wenig von den anderen abweichen. Wie v. Höhnel nachwies, führen beide Typen sich auf die Büchsenkonidien zurück, da alle Übergänge zwischen ihnen vorkommen. Äufserlich ist an den erkrankten Zuckerrohrstengeln nicht viel zu sehen; macht man aber Längsschnitte, so finden sich einzelne Gefäfsbündel rot gefärbt. Diese Rotfärbung nimmt zu und macht schliefslich einer Schwarzfärbung Platz, die sich auf die ganze Mittelpartie des Stengels erstreckt. Das Charakteristikum der Krankheit ist der ananasartige Geruch, den der angeschnittene Stengel entsendet Da der Pilz auch als Saprophyt auf Ananasfrüchten und Kokosnüssen gefunden worden ist, so steht zu vermuten, dafs er zu den Gelegenheitsparasiten gehört und wohl nur unter besonderen Umständen eine parasitische Lebensweise annimmt. Eine spezifische Bekämpfung der Krankheit kennt man nicht.

Unter der Phaeodidymae wäre in erster Linie die interessante Gattung *Cycloconium* Cast. zu erwähnen, deren einzige Art *C. oleaginum* Cast. (Fig. 59, *3*) ein gefährlicher Parasit auf den Blättern des Ölbaumes in Italien und Südfrankreich ist. Über den Bau und die Entwicklung sind wir durch eine Arbeit von G. Boyer[2]) gut unterrichtet. Die Blätter bekommen rundliche, schwärzliche Flecken, die sich allmählich zentrifugal vergröfsern und meist auf der Oberseite hervortreten. Wenn sich zwei Flecken berühren, so geht die rundliche Form oft in eine polygonale über, und häufig bilden sich an den Berührungslinien schwarze Randsäume. Im Jugendstadium sind die Flecken rein schwarz, später bestehen sie aus drei in der Färbung etwas verschiedenen Zonen, deren äufserste vom sterilen Mycel, deren mittlere von den reifenden Trägern und deren innerste von den völlig reifen Konidien und -trägern eingenommen wird. Das Mycel sitzt nicht im Blattgewebe, sondern in der kutikularen Schicht der Epidermis, von wo aus nur sehr selten einige Fäden bis zwischen die Epidermiszellen laufen. Während am Rande eines Fleckens das Mycel einschichtig ist, wird es gegen die Mitte zu mehrschichtig und bildet ein zelliges Gewebe, das die Kutikula emporhebt und die Epidermiszellen zusammendrückt. An diesem Mycel entstehen in ganz unregelmäfsiger Verteilung kurze Ästchen, welche die Kutikula durchbohren und an der Oberfläche des Blattes zu einer kleinen Blase anschwellen. Diese erst stellt den eigentlichen Konidienträger dar und bildet mehrere Konidien von umgekehrt kommaförmiger Gestalt. Obgleich die Krankheit scheinbar keinen besonders grofsen Schaden anrichtet, ist sie für die Pflanze sicherlich nicht gleichgültig.

---

[1]) Vgl. Wakker en Went, De Ziekten van het Suikerriet, S. 44; Howard in Ann. of Bot. XVII, 373.

[2]) Recherches sur les maladies de l'olivier; le *Cycloconium oleaginum* in Journal de Botan. V, 1891, S. 434.

denn unter Umständen kann bei zeitigem Befall im Frühjahr das ganze Laub im Sommer schon vernichtet sein. Nach den Beobachtungen italienischer Forscher[1]) werden auch die Früchte und die jüngeren Zweige befallen und zwar je mehr, in je tieferen und feuchteren Lagen sich der Standort der Bäume befindet. Auch die verschiedenen Varietäten zeigten sich nicht in gleicher Weise empfänglich. Zur Bekämpfung hat man die Bespritzung mit Bordeauxbrühe angewandt, aber bisher ist über positive Erfolge nichts verlautet. Von mehreren Forschern wird der Pilz als sekundäre Ansiedlung auf Bäumen bezeichnet, welche schon durch anderweitige Ernährungsstörungen gelitten haben.

Die Gattung *Fusicladium* Bon. ist bereits auf Seite 249 ff. bei ihrer Schlauchform *Venturia* behandelt worden. Ich möchte hier nur noch wenige dort nicht genannte Spezies erwähnen. Auf den Blättern von *Salix*-Arten ist *F. saliciperdum* (All. et Tub.) Lind (= *Septogloeum saliciperdum* All. et Tub.) weit verbreitet und gehört zu *Venturia chlorospora*. Auf Buchweizenblättern findet sich *F. Fagopyri* Oudem. Auf Kirschen, Pfirsichen und Früchten wilder *Prunus*-Arten wächst *F. Cerasi* (Rabh.) Sacc. (= *F. carpophilum* (v. Thüm.) Oudem). Junge Leinpflanzen in Belgien zeigten eine Verfärbung und Absterben durch *F. Lini* Sor., Umbelliferen werden von *F. depressum* (Berk. et Br.) Sacc. befallen. Der letztgenannte Pilz soll zu *Phyllachora* als Konidienstadium gehören.

Es schliefst sich hier eine Reihe formverwandter Gattungen an, von denen *Scolicotrichum* Kze. am bekanntesten ist. Die Konidienträger stehen dicht rasig beisammen, aber das Mycel auf dem Blatt zeigt nicht das dendritische Wachstum wie bei *Fusicladium*. Die Konidien werden einzeln akrogen erzeugt und stehen durch Fortwachsen des Scheitels auch seitlich; sie sind bei der bekanntesten Art *S. graminis* Fuck. (Fig. 59, *4*) umgekehrt eiförmig bis länglich umgekehrt keulig, grünbraun und mit ein oder drei Scheidewänden versehen. Die genannte Art wächst auf Gramineen und befällt in der forma *Avenae* Eriks. den Hafer. In Südschweden hat dieser Pilz bedeutenden Schaden angerichtet, aber wohl mehr infolge von unvorteilhaften Bodenverhältnissen. Auf Melonen und Gurken wurde von Prillieux und Delacroix[2]) das *S. melophthorum* beobachtet. Die Stengel, Blätter und Früchte bekommen braune, sich ausdehnende Flecken, auf denen als grüner Schimmel die Konidienträger entstehen. Der Verlust, der durch das Verderben der Früchte entsteht, ist ziemlich bedeutend, ohne dafs bisher Gegenmittel bekannt wären.

Wir kommen nun zur Gattung *Cladosporium* Link, zu der der allbekannte Saprophyt *C. herbarum* (Pers.) Link (Fig. 59, *5*) gehört. Die Konidienträger stehen meist auch büschelförmig zusammen, namentlich bei den rein parasitischen Arten und zeigen knorrige Verbiegungen, die durch das Hin- und Herwachsen des Scheitels entstehen. Die meist eiförmigen oder länglichen Konidien besitzen ein oder mehrere Scheidewände und sprossen häufig nach dem Abfallen oder auch noch beim Ansitzen aus. Einer der häufigsten Schimmelpilze auf pflanzlichen Abfallstoffen ist *Cladosporium herbarum*, das mit seinen grünbraunen Schimmelrasen oft grofse Flächen bedeckt. Man hat den Pilz früher ganz allgemein für einen

[1]) Vgl. Vennuccini, Il vaiuolo dell' olivo in Boll. di Entomol. agrar. e Pat. veget. V, 1898, S. 85.

[2]) La Nuile, maladie des Melons, produite par le Scolicotrichum melophthorum in Bull. Soc. Mycol. France VII, 1891, S. 218.

harmlosen Saprophyten gehalten, bis speziellere Untersuchungen zeigten, dafs er als „Schwächeparasit" die Ursache von Schwärzekrankheiten bei vielen Kulturpflanzen ist. Sehr häufig tritt die Schwärze bei Erbsen auf, deren Blätter gelbe oder braune Flecken zeigen, auf denen die Konidienträger sich bilden. Die Pflanzen kränkeln und vertrocknen von unten nach oben hin, nachdem sie noch spärlich Blüten hervorgebracht haben. Das Mycel sitzt im Blattgewebe und zerstört das Chlorophyll. Bei älteren Pflanzen können auch die Hülsen befallen und zerstört werden. Gelegentlich wurde die Schwärze auch bei Mohnköpfen beobachtet, und A. Kosmahl[1]) wies nach, dafs junge Pflänzchen von *Pinus rigida* durch das *Cladosporium* zum Absterben gebracht wurden. So hat Cavara auch bei Himbeeren, Cycas, Agaven und anderen Gartenpflanzen ähnliche Beobachtungen gemacht. Wichtiger als dies mehr gelegentliche Vorkommen ist aber die Schwärze der Getreidearten, die unter Umständen beträchtlichen Schaden anrichten kann. Diese Krankheit tritt hauptsächlich dann auf, wenn das reife Getreide noch einige Zeit auf dem Halme stehen mufs, ehe es gemäht werden kann. Dann bedecken sich die Halme, Blätter und die Ähren mit kleinen, schwarzen, unregelmäfsig ausgedehnten Flecken, die von dem Mycel und den Konidienträgern des Pilzes gebildet werden. Bisweilen aber findet der Befall schon unmittelbar nach der Blüte statt, und die Blätter bekommen dann gelbe Flecken, die von der Basis beginnen und nach der Spitze zu fortschreiten. In solchen Fällen findet ein Eindringen des Mycels statt, indem die Fäden bald zu einer Spaltöffnung, bald zwischen zwei Epidermiszellen eindringen. Viel seltener erfolgt die Infektion schon bei den jungen Pflanzen, die dann überhaupt nicht zur Blütenbildung kommen. G. Lopriore[2]) hat Infektionsversuche bei jungen Weizenpflänzchen angestellt und gefunden, dafs das zu einer Spaltöffnung oder einer Zelllücke eingedrungene Mycel sich im Innern des Halmes weiter verbreitet; die Pflanzen entwickelten sich nur kümmerlich bis zur Blütenbildung.

E. Janczewski[3]) hat demgegenüber nur dann Erfolge bei der Infektion erzielt, wenn er sie in der kalten Jahreszeit vornahm. Auf gesunde, kräftige Blätter dagegen konnte er die Krankheit nie übertragen; ebensowenig liefsen sich die Keimpflanzen infizieren, wenn die Körner gleichzeitig mit Konidien und Mycel ausgesät wurden. Diese und die Erfahrungen anderer Beobachter zeigen aufs deutlichste, dafs *Cladosporium herbarum* nur ein Gelegenheitsparasit ist, der nur dann in die Pflanze eindringen kann, wenn durch äufsere Umstände eine Schwächung der Organe eingetreten ist. Darum werden welkende Blätter oder die überreifen Pflanzen stets einen geeigneten Nährboden für den Pilz abgeben. Der schwarze Überzug findet sich besonders häufig auf den Ähren und verschont auch die Körner nicht. Derartiges mit Pilzwachstum behaftetes Kornmaterial hat man vielfach untersucht, um festzustellen, von welchen Pilzen die üblen Nachwirkungen herrühren, die mit solchem „Taumelgetreide" verbunden sind. Die Untersucher, darunter Woronin, Janczewski haben fast stets auch *Cladosporium* gefunden; aber es scheint, als ob dieser Pilz für die

---

[1]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. X, S. 422.

[2]) Die Schwärze des Getreides in Landwirtsch. Jahrb. XXIII, 1894.

[3]) Recherches sur le Cladosporium herbarum et ses compagnons habituels sur les céréales in Bull. de l'Acad. des Sci. de Cracovie, 1894, Juni.

schädigenden Wirkungen nicht verantwortlich zu machen ist; denn Lopriore hat durch Fütterungsversuche erwiesen, dafs solche Körner ungiftig sind. Es ist notwendig, noch einiges über die Entwicklung des Schwärzepilzes zu sagen. Man nahm früher an, dafs er als Konidienform zu *Pleospora* gehöre; dann brachten verschiedene Forscher, wie Laurent und Lopriore, auch das *Dematium pullulans* (Fig. 59, *6*) in den Entwicklungskreis hinein, endlich tauchte die Vermutung auf, dafs eine *Leptosphaeria* als Schlauchform dazu gehöre. Durch die erwähnten Untersuchungen Janczewskis haben alle diese Vermutungen ihre Lösung gefunden. Die Vielgestaltigkeit der Konidienträger ist aufserordentlich grofs, aber als besonderer Typus des Trägers läfst sich nur noch das sogenannte *Hormodendron cladosporioides* Sacc. (Fig. 59, *7*) unterscheiden. Die Konidien und ebenso die Mycelien können Dauerzustände eingehen, bei denen die Membran dreischichtig und ziemlich dick wird. Als Schlauchform fand sich *Mycosphaerella Tulasnei*.

Zur Verhütung der Schwärzekrankheit läfst sich vorläufig nur wenig tun. Bekannt ist bisher, dafs gewisse Hafersorten[1]) ziemlich immun sind, so dafs bei Auswahl der Sorten darauf Rücksicht genommen werden kann. Auf den feuchteren Teilen der Äcker oder in der Mitte der Stücke findet ein stärkerer Befall statt als am Rande; ebenso begünstigt sehr dichter Stand der Pflanzen, schwerer Tonboden mit dicker Humusschicht, sehr stickstoffhaltiger Dünger usw. den Ausbruch der Krankheit. Auch die Witterungsverhältnisse spielen eine Rolle, denn erntereifes Getreide schwärzt sich um so schneller und intensiver, je feuchter es ist.

Auf Gurken- und Kürbispflanzen tritt *C. cucumerinum* Ell. et Arth. (*C. cucumeris* Frank) auf. Meistens findet sich der Pilz auf den Früchten, die oft schon in den Jugendstadien befallen werden. Sie bekommen braune, faulige Flecken, an denen gewöhnlich gummiartige Schmelzungsprodukte der Gewebe austreten. Die Ernte wird dadurch völlig vernichtet. In Nordamerika ist der Schädling auch an den Blättern aufgetreten, wo er ebenfalls dunkelbraune, faulende Flecken hervorruft. Bespritzen mit Bordeauxbrühe hilft nicht, da die Sporen nach den Beobachtungen Franks[2]) selbst nach zweistündigem Verweilen in einer 2 %igen Lösung noch auskeimten. Verwandt ist die Krankheit mit einer durch *Corynespora Mazei* Guss. (*Cercospora Melonis* Cooke) hervorgerufenen Schwärze, die namentlich den jungen Gurken in den Treibereien Englands gefährlich wird.

Ein gefährlicher Feind der Tomaten ist *C. fulvum* Cooke[3]). Die Krankheit trat zuerst in Nordamerika in gröfserem Umfange auf und zeigte sich auch in Frankreich, England und Italien in sehr schädlicher Weise. Die Blätter der Tomaten bekommen gelbe, später braun werdende Flecken in den Winkeln zwischen Haupt- und Nebenrippen; auf der Unterseite der Flecken treten die braunen Konidienträger in dichten Rasen auf. Da die Zahl der Flecken und ihr Umfang sich

[1]) Vergl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IV, 146.

[2]) Über ein parasitisches Cladosporium auf Gurken in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. III, 1893, S. 30; ferner R. Aderhold, Cladosporium und Sporidesmium auf Gurke und Kürbis, ebenda VI, 72.

[3]) Vgl. Prillieux et Delacroix, Sur une maladie des Tomates produite par le Cladosporium fulvum in Bull. Soc. Myc. France VII, 1891, S. 19, und L. Pannocchia, Malattie degli ortaggi: pomodoro in Boll. di Entomol. agrar. e Patol. veget. VII, 1900, S 98.

stetig vergröfsern, so verderben die Blätter sehr bald, und die ganzen Pflanzen welken. Der Fruchtansatz wird dadurch fast vollständig unterdrückt. Als Gegenmittel wird wiederholtes Beschwefeln und Anwendung von Bordeauxbrühe empfohlen; aber bisher scheinen mit diesen Mitteln keine Erfolge erzielt worden zu sein.

C. condylonema Passer. ist an lebenden Blättern von *Prunus domestica* in Norditalien und an überwinterten Blättern von Kirsch- und Aprikosenbäumen in Schlesien beobachtet worden; es scheinen aber besondere Umstände in Betracht zu kommen, wenn der Pilz zum Parasiten werden soll.

Auf *Citrus*, namentlich *C. Bigaradia*, wurde in Florida ein *Cladosporium* beobachtet[1]), das auf Blättern und Früchten eine Art Krätze erzeugt. Es erscheinen kleine warzige Auswüchse, die oft zusammenfliefsen, sich schliefslich mit den Konidienrasen bedecken und schwarz werden. Bei feuchtem Wetter breitet sich die Krankheit schnell aus. Bordeauxbrühe tötet zwar den Pilz, schädigt aber auch die Pflanzen.

Unter den Phaeophragmiae wäre in erster Linie die Gattung *Clasterosporium* Schwein. zu erwähnen. Die Konidien entstehen einzeln an kurzen Seitenzweigen des Mycels und zeigen längliche Gestalt. Sie sind dunkel gefärbt und besitzen stets mehr als zwei Zellen. Die meisten Arten leben als harmlose Saprophyten; zu erwähnen wären als Parasiten nur *C. glomerulosum* Sacc. und *C. carpophilum* (Lév.) Aderh. (Fig. 59, *8*). Die erstgenannte Art bewohnt die Nadeln des Wachholders. Das Mycel wächst interzellulär und bringt die Nadeln unter Bräunung zum Absterben. Viel gefährlicher ist *C. carpophilum* (*C. Amygdalearum* Sacc., *Coryneum Beijerinckii* Oud.), der Erreger der Dürrfleckenkrankheit und eines Gummiflusses bei den Steinobstarten. R. Aderhold[2]) hat die Krankheit genauer untersucht und besonders die Beziehungen zum Gummiflufs studiert. Auf den Blättern bildet der Pilz runde Flecken in grofser Zahl, welche ausfallen und dann das Blatt wie von einem Schrotschufs durchlöchert erscheinen lassen. Die Blätter werden dadurch so geschädigt, dafs sie vorzeitig abfallen. Bei der Kirsche wurde auch der Befall der Blattstiele beobachtet, wodurch ebenfalls ein frühzeitiger Blattfall verursacht wird. Die Zweige leiden seltener, nur der Pfirsich zeigt diese Form der Erkrankung nicht selten. Die Früchte werden in jedem Altersstadium, namentlich gegen die Reife hin, befallen und zeigen dann schorfartige Bildungen. Aderhold hat nicht blofs erfolgreiche Impfungen von einem Organ auf das andere gemacht, sondern auch die Krankheit von einer Steinobstart auf andere übertragen; dadurch wird der einwandfreie Beweis geliefert, dafs es allein der erwähnte Pilz ist, welcher die Krankheit verursacht. Bei Übertragungen auf Zweigwunden trat stets nach einiger Zeit Gummibildung ein, wenn die Verletzung bis zur jüngsten Rinde oder dem Kambium reichte. Wie man sich die Einwirkung des Mycels bei dem Gummiflufs vorzustellen hat, ist allerdings noch nicht geklärt, denn es zeigte sich die auffällige Tatsache, dafs durchaus nicht immer an den Herden der Gummibildung Mycel sich findet und andererseits der Pilz auf den Blättern keine Gummosis erzeugt. Wie weit etwa ferment-

---

[1]) Vgl. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VII, 104.

[2]) Über die Sprüh- und Dürrfleckenkrankheit des Steinobstes in Landwirtsch. Jahrb. 1901, und Über *Clasterosporium carpophilum* und die Beziehungen desselben zum Gummiflusse des Steinobstes in Arb. Biol. Abt. f. Land- und Forstw. II, 1902, Heft 5.

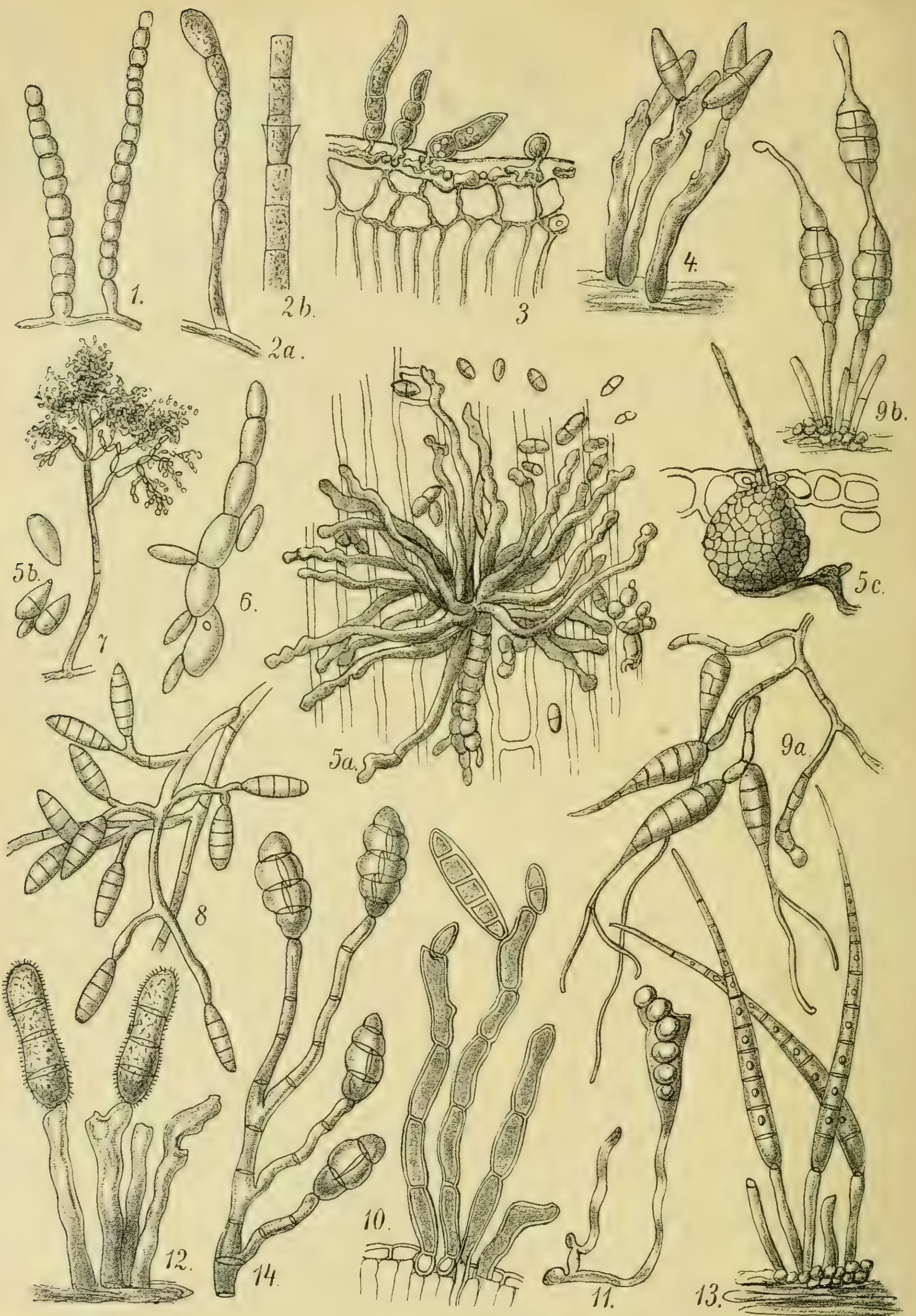


Fig. 59. Dematiaceae.
1 Torula herbarum Link. *2 Thielaviopsis ethaceticus* Went, *a* Konidienträger, *b* Konidienträger mit Büchsenkonidien. *3 Cycloconium oleaginum* Cast., Querschnitt durch ein Ölbaumblatt mit Mycel in der Cuticula und Konidien. *4 Scolicotrichum graminis* Fuck. *5 Cladosporium herbarum* (Pers.), Link, *a* Konidienrasen auf einem Getreideblatt, *b* Konidien, *c* Sclerotium. *6 Dematium pullulans* de By. *7 Hormodendron cladosporioides* Sacc. *8 Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh. *9a Alternaria Solani* Sor., *b. Alternaria tenuis* Nees. *10 Helminthosporium Avenae* Briosi et Cav. *11* Keimende *Helminthosporium*-Spore mit frei werdenden Tochterzellen. *12 Heterosporium gracile* (Wallr.) Sacc. *13 Cercospora Armoraciae* Sacc. *14 Stemphylium piriforme* Bon. (*1, 4, 9b, 12, 13* nach Saccardo, *2* nach Wakker u. Went, *3* nach Boyer. *5, 6, 7* nach Janczewski, *8* nach Aderhold, *9a, 10, 11* nach Sorauer.)

Lieferung 16. (Zweiter Band, Bog. 29—35 u. Titelbogen.) Preis: 3 Mark.

Handbuch
der
Pflanzenkrankheiten

von

Prof. Dr. Paul Sorauer.

Dritte, vollständig neubearbeitete Auflage
in Gemeinschaft mit

Prof. Dr. G. Lindau, Privatdozent an der Universität Berlin
und
Dr. L. Reh, Assistent am Naturhistor. Museum in Hamburg

herausgegeben
von

Prof. Dr. P. Sorauer,
Berlin.



Mit zahlreichen Textabbildungen.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1908.

Erscheint in etwa 20 Lieferungen à 3 Mark.

artige Stoffe vom Mycel abgeschieden werden, die eine Art Fernwirkung auf die Zellen ausüben, darüber müssen spätere Arbeiten Auskunft geben. Als Bekämpfungsmittel wird Bordeauxbrühe empfohlen, die nicht blofs im Sommer, sondern auch im Winter zur Anwendung gelangen soll. Ob sich das Rückschneiden der Bäume empfiehlt, hängt von der Heftigkeit des Befalles ab.

Die Gattung *Stigmina* Sacc. unterscheidet sich von *Clasterosporium* hauptsächlich dadurch, dafs die Konidien in kleinen Bündeln zusammenstehen. Als Urheber einer schorfartigen Erkrankung der Aprikosenfrüchte in Italien und Frankreich hat FARNETI[1]) die *S. Briosiana* Farn. nachgewiesen. Auf den kleinen Früchten zeigen sich graugrüne, erhabene Flecken, welche sich später zu braunen, oft zusammenfliefsenden, im Zentrum grauen Schorfstücken entwickeln. Häufig fällt ein solches Schorfstück ab, und es bleibt dann ein blutroter Fleck zurück. Das Mycel wuchert in den Oberhautzellen, und die Pflanze sucht durch eine Korkschicht die erkrankten Partien zu isolieren. Wenn dies nicht gelingt und die Hyphen tiefer eindringen, so reifsen die Früchte auf und vertrocknen bald. Die befallenen Früchte besitzen einen bitteren Geschmack und faulen bei Regenwetter sehr leicht.

Von der Gattung *Ceratophorum* Sacc. wäre *C. setosum* Kirchn. zu erwähnen, das die Stengel und Blätter von jungen Pflänzchen von *Cytisus Laburnum* und *capitatus* befällt. Es entstehen dunkle Flecken, welche absterben und beiderseitig die Konidien tragen. Die Konidien sind länglich, mehrzellig und besitzen an der obersten Zelle mehrere lange hyaline Borsten.

Die zahlreiche Arten aufweisende Gattung *Helminthosporium* Link (Fig. 59, *11*) ist durch die meist ganz unverzweigten, starr aufrechten Konidienträger, welche an der Spitze die langen, zylindrischen oder keuligen Konidien tragen, ausgezeichnet. Erwähnenswert als Parasiten sind nur wenige Arten. *H. gramineum* (Rabh.) Eriks. verursacht die Streifenkrankheit der Gerstenblätter[2]). Es treten schmale, oft über 1 cm lange schwarzbraune Flecken an den Blättern auf, die anfangs noch mit einer gelblichen, schmalen Zone umrandet sind. Da die Flecken sich schnell vermehren und in der Längsrichtung sich vergröfsern, so werden die Blätter welk und vergilben. Das Mycel des Pilzes wuchert im Innern des Blattes und entsendet die einfachen Konidienträger nach aufsen; die Konidien sind hellbraun, länglich und sehen fast wie Phragmidiumsporen aus. Aufser dieser Art befällt noch *H. teres* Sacc. die Gerste[3]). Der Entwicklungsgang dieser Art ist aber ein anderer, denn während die erstere vom Korn aus mit ihrem Mycel in die jungen Pflanzen eindringt und vom Vegetationspunkt aus die Blätter infiziert, greift *H. teres* nur das erste Laubblatt an und gelangt von da aus durch Neuinfizierung späterer Blätter wieder bis zum Korn. KÖLPIN RAVN hat diese Verhältnisse in seiner Arbeit klargelegt. Impfungsversuche mit diesen Arten von dem Gesichtspunkt aus, die zugehörige Schlauchform zu

[1]) Intorno ad una nuova malattia delle albicocche in Atti Ist. bot. Pavia 2 ser. VII, S. 23.

[2]) Vgl. KIRCHNER, Braunfleckigkeit der Gerstenblätter in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, S. 24.

[3]) Vgl. F. KÖLPIN RAVN, Über einige Helminthosporium-Arten und die von denselben hervorgerufenen Krankheiten bei Gerste und Hafer in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, S. 1.

finden, hat H. Diedicke[1]) angestellt. Seine Annahme, dafs *H. gramineum* zu *Pleospora trichostoma* gehört, ist inzwischen von F. Noack[2]) bestätigt worden. Die Sklerotien, die von Ravn und Hecke in künstlichen Kulturen gezüchtet waren, wurden von Noack in der Natur auf Gerstenstoppeln gefunden. In ihnen bilden sich die Perithecien aus unter noch nicht näher bekannten Bedingungen; bei hinreichender Feuchtigkeit produzieren die Sklerotien Helminthosporium-Konidien. Auf Hafer findet sich *H. Avenae* Br. et Cav. (Fig. 59, *10*); die Entwicklung verläuft wahrscheinlich analog der von *H. teres*. Der Schaden, der von den ersten beiden Arten angerichtet wird, kann unter Umständen sehr bedeutend werden, wenn auch im allgemeinen das Auftreten dieser Pilze nur sporadisch erfolgt. Besonders disponierend für den Angriff der Parasiten scheinen die Temperatur während der Keimung, die Saatzeit, die Varietät und wohl auch Feuchtigkeit und andere klimatische Bedingungen zu sein. Im letzten Jahrzehnt trat die Erkrankung häufiger auf und wurde in fast ganz Mittel- und Nordeuropa sowie in Nordamerika festgestellt. Auf Roggen- und Weizenähren bildet *H. Sorokinianum* Sacc.[3]) einen zimmetbraunen, fleckigen Überzug, der aus langen, dunklen Trägern besteht. Die eiförmigen Konidien besitzen bis zehn Querwände und sind hellbraun gefärbt. Wie weit der Pilz in Südrufsland schädlich ist, wissen wir nicht. Auf jungen Maispflanzen in Oberitalien findet sich das *H. turcicum* Passer. und richtet durch Vernichten der Blätter einen bedeutenden Schaden an.

Durch die mehr schlaffen, rasig gehäuften, oft verzweigten Konidienträger und die warzigen Konidien unterscheidet sich die Gattung *Heterosporium* Klotzsch. Auf den Blättern der *Iris germanica* kommt *H. gracile* (Wallr.) Sacc. (Fig. 59, *10*) vor; derselbe Pilz wurde von Ritzema Bos[4]) als die Ursache des Brandes der Narzissenblätter, der in den grofsen Züchtereien Hollands bedeutenden Schaden verursacht, nachgewiesen. Kurz nach dem Blühen der Narzissen färben sich die Blätter gelb, meist vom Rande her, und verdorren sehr bald. Die abgestorbenen Partien bedecken sich mit einem schwärzlichen Anflug, der aus den dunkelbraunen Konidienträgern und den zylindrischen, mehrzelligen, hellbraunen, stachlichen Konidien besteht. Die Krankheit kann sich mit ungeheuerer Schnelligkeit über grofse Strecken verbreiten und schädigt durch die vorzeitige Vernichtung der Blätter die Zwiebeln derartig, dafs sie für den Handel ungeeignet werden. Die Disposition der einzelnen Sorten ist sehr verschieden; einige werden sogar überhaupt nicht befallen. Das Bespritzen mit Bordeauxbrühe hat glänzende Resultate ergeben, so dafs die Bekämpfung der Krankheit durch dieses Mittel Aussicht auf Erfolg hat.

Eine sehr gefürchtete Schwärze der Gartennelken verursacht *H. echinulatum* (Berk.) Cke. Es entstehen an den Blättern weifse Flecken, die sich zuerst in der Mitte, dann mit Ausnahme des weifsen Randes auf der ganzen Fläche fast schwarz färben und sich mit den Konidienträgerrasen des Pilzes überziehen. Auch die Stengel und Kelche

---

[1]) Über den Zusammenhang zwischen Pleospora- und Helminthosporiumarten in Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. IX, S. 317 u. XI, S. 52.

[2]) *Helminthosporium gramineum* Rabh. u. *Pleospora trichostoma* Wint. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XV, 1905, S. 193.

[3]) Vgl. das Referat über Sorokin in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. I, S. 238.

[4]) Der Brand der Narzissenblätter in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIII, S. 87.

leiden unter derselben Fleckenbildung[1]). Das Mycel sitzt intercellular im Gewebe und bildet unter der Epidermis Polster aus fast parallel nebeneinander stehenden Fadenreihen, welche eine Art von sklerotischen Bildungen darstellen. Die Konidienträgerbildung erfolgt meist von einer Atemhöhle aus, in der sich die Hyphen knäuelartig zusammendrängen und aus der Spaltöffnung ein Bündel von Konidienträgern hervortreten lassen. Die Träger erzeugen an der Spitze eine Konidie und wachsen dann seitlich weiter fort. Die Konidien sind zylindrisch, meist vierzellig, braun und zeigen eine feinstachelige Oberfläche. Die Krankheit tritt an den Nelkenkulturen sowohl im Freien wie im Gewächshause auf und vermag infolge ihrer schnellen Ausbreitung bedeutenden Schaden anzurichten, da die befallenen Stöcke nicht zum Blühen kommen und häufig eingehen. Die Infektion der Pflanzen findet statt, indem die Sporen in zufällig aufliegenden Wassertröpfchen keimen und ihre Keimschläuche durch eine Spaltöffnung ins Innere hineinsenden. Wohl bei wenigen Krankheiten sind die Vorbedingungen mit so ausreichender Sicherheit festgestellt wie hier; es ist namentlich die feuchte stagnierende Luft des Gewächshauses, welche den Ausbruch und die Weiterverbreitung der Schwärze begünstigt. Daraus ergibt sich denn schon ganz von selbst, dafs reichliche Durchlüftung, nicht zu reichliche Feuchtigkeit und genügende Helligkeit die Pflanzen gegen den Angriff des Parasiten zu stärken vermögen. Mit Spritzmitteln läfst sich kaum etwas erreichen. Es ist nachgewiesen worden, dafs Sorten mit schwächer verdickten Epidermiszellen stärker leiden.

Nahe verwandt mit *Helminthosporium* ist *Corynespora* Güssow[2]), die sich nur durch die reihenweise abgeschnürten, keuligen, vielfach septierten, durch kleine Zwischenstücke verbundene Konidien unterscheidet. *C. Mazei* Güss. erzeugt eine gefährliche Krankheit der Gurken in England, indem auf den Blättern schnell sich verbreitende Flecken auftreten, die zum Absterben der Blätter und der Pflanzen führen.

Eine charakteristische Erkrankung der Kartoffelknollen wird durch *Spondylocladium atrovirens* Harz hervorgebracht. Auf der Schale entstehen unregelmäfsige, ziemlich grofse Flecken, die mit sehr kleinen, schwarzen Pünktchen dicht übersät erscheinen. Diese Pünktchen entstehen durch dichtere, sklerotienartige Verflechtung der in der Schale wuchernden Mycelfäden. Frank[3]) hatte diese Gebilde beobachtet und sie, da er niemals Fruchtträger fand, als *Phellomyces sclerotiophorus* bezeichnet. Die weitere Entwicklung haben nun Appel und Laubert[4]) beobachtet. Sie sahen aus den sklerotienartigen Gebilden Konidienträger entstehen, welche mehrere übereinanderstehende Wirtel sitzender Konidien besafsen. Die Konidien sind umgekehrt-keulig, grauschwarz und meist mit 6—8 Scheidewänden versehen. Die Schädigungen der Kartoffel würden also hauptsächlich durch das Mycelstadium des Pilzes erfolgen, sind aber bisher noch nirgends so intensiv aufgetreten, dafs es notwendig gewesen wäre, an Bekämpfungsmafsregeln zu denken.

---

[1]) Vgl. Magnus in Sitzber. der Ges. naturf. Freunde, Berlin 1888, S. 181; Sorauer in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VIII, S. 283.

[2]) Über eine ueue Krankheit an Gurken in England in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten XVI, 1906, S. 10.

[3]) Kampfbuch S. 182, ferner Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XVI, S. 273.

[4]) Die Konidienform des Kartoffelpilzes Phellomyces sclerotiophorus Frank in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXIII, 1905, S. 218.

Wir kommen nun noch zu einer Gattung, welche etwa *Ramularia* entspricht, nur dafs Träger und Konidien dunkelfarbig sind. Dies ist die vielfach zu den Scolecosporae gestellte Gattung *Cercospora* Fresen. (s. Fig. 59, *13*). Alle ihre Arten sind echte Parasiten und erzeugen ganz ähnliche Fleckenbildungen und Konidienträgerbündel wie *Ramularia*. Aus der grofsen Zahl der Schädlinge sollen hier blofs einige der wichtigsten besprochen werden. *C. circumscissa* Sacc. befällt *Prunus*-Arten, besonders aber *P. Amygdalus*, doch werden auch Pfirsiche, Pflaumen u. a. heimgesucht. Die Krankheit tritt besonders in Nordamerika auf, findet sich aber auch in einzelnen Ländern Europas, wie Italien und Frankreich. Am meisten leiden die Blätter, indem sie runde, hellbraune, ausbrechende Flecken bekommen. Die Konidienträger kommen aus einem stromatischen Mycelgeflecht büschelig heraus, haben ein verbogenes, knorriges Aussehen und olivengrüne Farbe. Bisweilen wird auch die Rinde der Zweige befallen, und es entstehen dann runde, bis zum Holzteil durchgehende Flecken, aus denen häufig das ergriffene Rindengewebe ausfällt. Mit der Untersuchung und Bekämpfung der Krankheit hat sich besonders N. B. Pierce[1]) beschäftigt. Er empfiehlt die Besprengung mit Kupfermitteln in möglichst feiner Verteilung; die von ihm damit erzielten Erfolge sind bemerkenswert und lassen die Bekämpfung der Krankheit als aussichtsvoll erscheinen.

Auf der Weinrebe kommt *C. viticola* (Ces.) Sacc. (= *Cladosporium ampelinum* Passer.) vor (vgl. Fig. 37, *8* auf S. 245). Auf den Blättern werden rötliche Flecken erzeugt, auf denen die Konidienträger im dichten Rasen entstehen. Die Konidien sind umgekehrt-keulig und mehrzellig. Der Pilz ist in den weinbauenden Ländern Europas nicht selten, scheint aber hier nicht allzu schädlich zu wirken. Dagegen soll er nach Noacks Beobachtungen in Südbrasilien fast so schädlich wie die *Plasmopara* sein.

Der Sellerie beherbergt *C. Apii* Fres., die auch gelegentlich auf andere kultivierte Umbelliferen übergeht. Meistens erfolgt die Fleckenbildung auf den unteren Blättern; nach den Erfahrungen amerikanischer Phytopathologen empfiehlt es sich, die Pflanzen in Gräben zu kultivieren, weil dadurch der Ansteckung vorgebeugt wird. Auch die trockene Anwendung von Schwefel hat Erfolg gehabt.

Auf Java schädigt *C. Vignae* Rac.[2]) bedeutend die von den Eingeborenen angebaute *Vigna sinensis*, indem Blattflecken erzeugt werden. Das Zuckerrohr auf derselben Insel leidet nach Wakker und Went[3]) unter dem Angriff von mehreren Arten; *C. vaginae* Krüg. befällt die Blattscheiden, *C. Sacchari* Breda de Haan und *C. Köpkei* Krüg. die Blätter. Von diesem ist der letztere Pilz der gefährlichste, indessen erübrigt es sich hier näher darauf einzugehen.

Aufserordentlich schädlich für den Kaffeebau[4]) in den Tropen ist *C. coffeicola* Berk. et Cke. (*Ramularia Göldiana* Sacc.). Die Blätter bekommen runde, braune, später in der Mitte grauwerdende Flecken. Seltener erfolgt der Befall an den Zweigen oder den Fruchtschalen. Die Konidienträger kommen bündelförmig aus den Spaltöffnungen hervor und erzeugen zylindrische, an der Basis etwas keulige, fast hyaline,

---

[1]) A disease of almond trees in Journ. of Mycol. VII, 66, S. 232.

[2]) Raciborski in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VIII, S. 66.

[3]) De ziekten van het suikerriet 1898.

[4]) Vgl. Noack in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, S. 196.

mehrzellige Konidien. Der Schaden, der durch die Zerstörung der Blätter und der Früchte angerichtet wird, erhöht sich bedeutend, wenn die Verbreitung des Pilzes durch begünstigende Witterung befördert wird. Bekämpfungsmittel kennen wir nicht.

Erwähnt seien noch: *C. Bolleana* (Thüm.) Sacc., auf den Feigenbäumen in Südeuropa eine bekannte Blatterkrankung verursachend, *C. Resedae* Fuck. auf der Gartenreseda, *C. Odontoglossi* Prill. et Delacr. an *Odontoglossum crispum* in Gewächshäusern Frankreichs, *C. fumosa* Penz. an *Citrus*-Blättern usf.

Die Abteilung der Dictyosporae beginnt mit Formen, deren Sporen noch unmittelbar am Mycel oder durch Zergliederung des Mycels gebildet werden, wie z. B. die Gattung *Coniothecium* Corda. Obwohl die meisten Arten dieser Gattung zweifellose Saprophyten sind, kommen andere wieder auf lebender Rinde von Nutzpflanzen vor; ob in solchen Fällen eine parasitische Lebensweise vorliegt, darüber fehlen bisher die Untersuchungen.

In dem morphologischen Aufbau entspricht *Sporidesmium* Link etwa der Gattung *Clasterosporium*, aber die Konidien werden durch Längswände gegliedert, so dafs die sogenannte mauerförmige Struktur der Sporen entsteht. Wir kennen verschiedene Parasiten auf Nutzpflanzen, indessen sind wir bisher über Einzelheiten nur wenig unterrichtet. Wir verdanken R. Aderhold[1]) zwei Notizen über hierher gehörige Schädlinge. Er beobachtete bei Kürbis und Gurken Blattflecken, die braune Farbe besafsen und unter Abtrocknung ausbröckelten. Auf den Flecken fand sich das *Sp. mucosum* Sacc. var. *pluriseptatum* Karst. et Har., dessen Sporen keulige, oft lang schwanzartig ausgezogene Form besitzen und gewöhnlich mit zwei bis mehreren Querwänden und meist einer Längswand versehen sind. Das im Innern des Blattes lebende Mycel sendet die büschelförmig stehenden Konidienträger zu den Spaltöffnungen heraus. Bei Oppeln verursachte der Pilz bedeutende Schädigungen an den Gurkenkulturen. Die zweite Art trat auf den Blättern und Stengeln von *Scorzonera hispanica* auf und verursachte rundliche, lederbraune Flecken mit blutroter Umrandung. Als Ursache wurde *Sp. Scorzonerae* Aderh. nachgewiesen, mit dessen Konidien erfolgreiche Infektionsversuche angestellt wurden. Eine Schwärze auf den Blättern der Runkelrübe wird von *Sp. putrefaciens* Fuck. hervorgerufen. Einzelne Stellen der Blätter werden hellbraun, zuletzt schwarz; tritt feuchtes Wetter ein, so verfaulen diese Stellen. Häufig werden auch die ganzen Blätter vernichtet. Frank zieht als Schlauchform die *Pleospora putrefaciens* hinzu, ob mit Recht, bleibt dahingestellt. Als Ursache einer Blattbräune der Kartoffeln sieht Vaňha[2]) das *Sp. Solani varians* Vaňha an, das aufser den gewöhnlichen Konidien noch Cladosporiumkonidien und Pykniden besitzt. Ob dieser Pilz mit dem später zu berührenden *Macrosporium Solani* etwas zu tun hat, ist noch nicht bekannt. Als Ursache der Kräuselkrankheit der Kartoffeln gilt nach Schenk das *Sp. exitiosum* var. *Solani* Schenk. Ob dieser Pilz etwa mit der S. 456 zu erwähnenden *Alternaria Brassicae* zusammengehört, erscheint mir sehr zweifelhaft, wie denn überhaupt diese Krankheit noch genauerer Untersuchung bezüglich ihrer Symptome und

---

[1]) *Cladosporium* und *Sporidesmium* auf Gurke und Kürbis in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten VI, 1896, S. 72; Über eine bisher nicht beobachtete Krankheit der Schwarzwurzeln in Arb. d. Biol. Abteil. usw. III, 1903, S. 439.

[2]) Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. II, 1904, Heft 3.

Ursachen bedarf. Auf lebenden Blättern von *Solanum Melongena* wurde *Sp. Melongenae* v. Thüm. in Portugal gefunden, *Sp. dolichopus* Pass. an welkenden Kartoffelblättern in Oberitalien, *S. ignobile* Karst. an Spargelstengeln in Finnland. Ob diese und andere hier nicht erwähnte Arten Schaden stiften, wissen wir nicht.

Die Gattung *Stemphylium* Wallr. besitzt niederliegende, verzweigte Konidienträger, welche endständig an den Ästen eiförmige bis fast kuglige, durch Längs- und Querwände geteilte Konidien erzeugen. Die bekannteste, von A. de Bary[1]) genauer studierte Art ist *S. ericoctonum* A. Br. et de By., welches die Bräune oder den Rufstau der Eriken in den Gewächshäusern verursacht. Die jungen Blätter der befallenen Pflanzen bekommen gelbe oder rote Flecken oder werden ganz gelb, die älteren dagegen werden braun und vertrocknen. Infolge des Blattverlustes sterben die Pflanzen meistens ab. Äufserlich ist der Pilz kaum bemerkbar; sein Mycelium besteht aus sehr feinen, zuletzt braungelben Fäden, die auf der Oberfläche kriechen. An den jungen, noch fast farblosen Mycelien werden auf kurzen Zweigen einzelne oder büschelförmig stehende, farblose, ein- bis zweizellige Konidien gebildet, denen am älteren Mycel dann die typischen, grofsen, eiförmigen Konidien mit mauerförmiger Teilung folgen. Die Keimung der Sporen tritt sofort ein. Obwohl Infektionsversuche nicht angestellt wurden, kann doch über den Parasitismus des Pilzes kein Zweifel herrschen, da alle erkrankten Pflanzen das Mycel mit den Konidienträgern zeigen. Wenn die Vermutung de Bary's richtig ist, dafs an den älteren Teilen der Erika der Pilz sich stets findet, und dafs feuchte und dumpfe Luft sein Hinüberwachsen auf die jungen Sprossen begünstigt, so würde sich durch ausgiebige Lüftung und Trockenhaltung der Pflanzen die Krankheit am besten verhüten lassen. Eine saprophytische, auf Ästen wachsende Art, *S. piriforme* Bon., zeigt die Abbildung Fig. 59, *14*.

Aufserordentlich ähnlich der soeben behandelten Gattung, aber durch die aufrechten, meist in Rasen beisammenstehenden Konidienträger verschieden ist *Macrosporium* Fries. Unter den zahlreichen Arten befinden sich viele Parasiten, welche Schwärzekrankheiten erzeugen. Im äufseren Ansehen stimmen sie mit Cladosporium überein, und auch mikroskopisch ist die Unterscheidung nicht immer sicher, besonders wenn die Sporen noch jung sind und die Bildung der Längswände noch nicht erfolgt ist. Wenn zuletzt die mauerförmige Teilung der Sporen vollendet ist, fällt freilich der Unterschied von Cladosporium sofort in die Augen. Die weitaus verbreitetste Art ist *M. commune* Rabh., das auf faulenden Pflanzenteilen oft weite Strecken mit seinen grünbraunen Rasen überzieht. Obwohl wir keine näheren Angaben darüber besitzen, so möchte ich es nicht für ausgeschlossen halten, dafs der Pilz unter günstigen Umständen auch parasitisch aufzutreten vermag. Wichtig ist die durch *M. Solani* Ell. et Mart. bei den Kartoffeln verursachte Krankheit Potato blight oder Early blight, die namentlich in Nordamerika vielen Schaden anrichtet. Seit dem Jahre 1895 ist die Dürrfleckenkrankheit der Kartoffeln, wie sie Sorauer bezeichnet, auch in Ungarn bekannt geworden, in Deutschland trat sie 1896 auf; die Beobachter betonen aber, dafs der Pilz wahrscheinlich schon in früheren Jahren bekannt war, aber mit der

---

[1]) In A. Braun, Über einige neue oder weniger bekannte Pflanzenkrankheiten in Verhandl. d. Ver. z. Bef. d. Gartenb. 1853, S. 178.

Kartoffelkrautfäule verwechselt worden sein mag. Die erste Beobachtung in Ungarn durch K. SAJO gab P. SORAUER[1]) Veranlassung, sich eingehender mit der Krankheit und ihrem Erreger zu beschäftigen. Die Kartoffelblätter zeigen rundliche, durch die Nerven eckigbegrenzte Flecken, die auf der Fläche unregelmäfsig verteilt sind und in späteren Stadien zusammenfliefsen können. In jüngeren Stadien findet nur eine leichte Bräunung statt; später dagegen tritt intensive Braunfärbung auf, und der Flecken vertrocknet. Ein Ausbrechen des erkrankten Gewebes findet nicht statt. Am meisten charakteristisch erscheint die Isolierung der Flecken auf der Blattfläche, während bei der Phytophthorafäule das ganze Fiederblatt gebräunt und getötet wird. In den letzten Stadien der Dürrfleckenkrankheit findet dann ein Vergilben und Absterben der Blätter statt. Aus dem im Innern des Blattgewebes lebenden Mycel brechen durch die Oberhaut die Konidienträger hervor, an denen braune, umgekehrtkeulige und langgeschnäbelte Konidien entstehen. Der Basalteil der Konidie zeigt mauerförmige Teilung, während der lange Endteil nur einfach gefächert ist. Die Keimung der Sporen erfolgt sofort, und der Keimschlauch dringt durch eine Spaltöffnung ein. Die angestellten Infektionsversuche ergaben, dafs nur die Kartoffel und die Tomate empfänglich für die Krankheit sind. Bei besonders üppigem Wachstum kann es zu Kettenbildung von Konidien kommen, wie sie etwa bei *Alternaria* bekannt sind. Aus diesem Grunde stellen SORAUER und JONES[2]) den Pilz zu dieser Gattung. Der von der Krankheit angerichtete Schaden macht sich besonders in Nordamerika empfindlich bemerkbar, während in Europa der Pilz nur selten so stark auftritt, dafs er den durch die Phytophthora angerichteten Schaden übertrifft. Als Bekämpfungsmittel hat sich in Amerika Bordeauxbrühe bewährt. Das Bespritzen mufs aber sehr zeitig erfolgen, da der Pilz etwas vor der Phytophthora auftritt und der Schaden bereits angerichtet ist, wenn die Spritzungen gegen diesen Schädling vorgenommen werden. Bemerkenswert ist auch die Beobachtung SAJO'S, dafs auf Feldern, die im Jahre vorher von der Krankheit heimgesucht waren, der Schaden im folgenden Jahre gröfser wird. Daraus würde sich ergeben, dafs der Fruchtwechsel ein gutes Präventivmittel abgeben würde.

Derselbe Pilz verursacht auch eine Tomatenkrankheit in Nordamerika. Hier beginnt die Fleckenbildung am oberen Ende des Blattes mit kleinen Punkten. Die Flecken gehen dann auf Blattstiel und Stengel über und zeigen hier eine schwarze Farbe. Die Bekämpfung geschieht ebenfalls durch möglichst zeitige und mehrmals wiederholte Bespritzung mit Bordeauxbrühe. Vielleicht stimmt die Art mit der von PLOWRIGHT aufgestellten *M. Lycopersici* aus England überein, die auch GÜSSOW bei seinen Untersuchungen vor sich gehabt zu haben scheint.

M. parasiticum v. Thüm. kommt auf *Allium*-Arten in weiter Verbreitung vor. Besonders findet man den Pilz auf den Stellen, die von *Peronospora Schleideni* befallen worden sind. Dieser Umstand legt die Vermutung nahe, dafs das Macrosporium entweder ein Parasit der Peronospora ist oder auf dem erst von der Peronospora abgetöteten

---

[1]) Auftreten einer dem amerikanischen Early blight entsprechenden Krankheit an den deutschen Kartoffeln in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VI, 1896, S. 1.

[2]) 9. Ann. Rep. Vermont Exp. Stat. 1897, p. 66.

[3]) Zeitschr. f, Pflanzenkrankh. VII, 1897, S. 4.

Gewebe wächst. Solange diese Fragen nicht geklärt sind, mag der Pilz zu den Parasiten gerechnet werden. Nach einer gelegentlichen Beobachtung von PRILLIEUX und DELACROIX[1]) soll das Auftreten der Krankheit unabhängig von der Peronospora erfolgen können, denn es fand sich auf den von ihnen untersuchten Zwiebeln keine Spur dieses Pilzes. — Auf dem Rotklee hat CAVARA *M. sarciniforme* Cav. beobachtet. Die Blätter zeigen dunkelbraune Flecken, die sich schnell ausbreiten und das ganze Blatt zum Absterben bringen. Nach Beobachtungen MALKOFF's[2]) in Göttingen breitete sich die Krankheit aufserordentlich schnell aus und kann deshalb unter begünstigenden Umständen Schaden anrichten. Man weifs vorläufig nichts Näheres. Ebensowenig sind wir näher über den Schaden unterrichtet, den *M. uvarum* v. Thüm. auf reifen Weintrauben anrichten soll. Nicht selten findet sich auf den Blättern und Schoten von *Cheiranthus Cheiri* das *M. Cheiranthi* (Lib.) Fries, auf Mohrrübenblättern in Nordamerika *M. Carotae* Ell. et Lang., *M. cladosporioides* Desm. auf *Beta* und *Lactuca* usw.

Die Gattung *Mystrosporium* Corda unterscheidet sich von Macrosporium durch die kürzeren, steiferen und dunkleren Konidienträger. An Halmknoten und Blättern des Getreides soll *M. abrodens* Neumann in Südfrankreich dadurch Schaden stiften, dafs die Knoten brüchig werden und die Ähren eine unvollkommene Entwickelung zeigen. Nähere Angaben darüber fehlen noch.

Von Macrosporium unterscheidet sich *Alternaria* Nees dadurch, dafs die Konidien nicht einzeln an den Konidienträgern stehen, sondern in Ketten. Die Konidien besitzen meist umgekehrt-keulige Gestalt, und der lange Endschnabel bildet eine Art Zwischenstück, durch das die Sporen verbunden erscheinen. Dafs bei üppigem Wachstum auch bei Macrosporium solche Ketten vorkommen können, haben wir bereits oben S. 455 gesehen. Der bekannteste Vertreter ist *A. Brassicae* (Berk.) Sacc., der von J. KÜHN zum Vertreter einer besonderen Gattung *Polydesmus* erhoben und *P. exitiosus* benannt wurde. Der Pilz erzeugt gefährliche Schwärzekrankheiten bei verschiedenen *Brassica*-Arten. Die spindeligen oder keuligen Konidienträger sind häufig zu Ketten verbunden (Fig. 59, *9*). Dafs die Art keine selbständige Gattung im Sinne KÜHN's bilden kann, hat P. VOGLINO[3]) durch seine Kulturversuche erwiesen, denn die ganze Entwickelung ist identisch mit der erwähnten *Alternaria*-Art.

Der Rapsverderber, der oft auch als *Sporidesmium exitiosum* bezeichnet wird (vgl. S. 254), verursacht namentlich bei jungen Pflänzchen von Raps und Rübsen auf den grünen Teilen und den Schoten kleine, schwarzbraune Flecken, die aus dem Mycel und den Konidien des Pilzes bestehen. Das umliegende Gewebe der Nährpflanze wird zuletzt mifsfarbig und vertrocknet; die Schoten schrumpfen ein und springen auf. Für die schnelle Ausbreitung der Schwärze wirkt besonders feuchtwarme, schwüle Witterung; unter diesen Umständen können ganze Felder in wenigen Tagen stark geschädigt werden. Ein Bekämpfungsmittel der weitverbreiteten und sehr schädlichen Krankheit kennt man nicht. Eine Varietät dieser Art befällt nach J. KÜHN die Möhren,

---

[1]) Bull. Soc. Mycol. de France IX, 1893, S. 201.
[2]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, 1902, S. 283.
[3]) Malpighia XVI, S. 333.

bei denen zuerst die Blattspitzen sich schwärzen und vertrocknen. Zuletzt vertrocknet der ganze Laubapparat, und auch die Wurzeln sollen vom Pilze angegriffen werden können. Eine andere Varietät *nigrescens* wurde von V. Peglion[1]) auf *Cucumis Melo* beobachtet und wird von ihm als spezifisch für diese Nährpflanze angesehen. Die Bekämpfung wurde mit Bordeauxbrühe versucht, die vermutlich gute Dienste tut, wenn in je 15 l der Mischung noch 100 g Zucker oder 50 g Salmiak getan werden.

Ein weiterer Schädling wurde von Behrens[2]) in *A. tenuis* Nees erkannt, die den Schwamm der Tabaksetzlinge verursachen soll. Die jungen Keimpflanzen werden schlaff, schmutzig dunkelgrün und überziehen sich zuletzt mit schwarzen, samtartigen Pilzrasen. Die farblosen Mycelfäden hüllen die Pflanzen vollständig ein und dringen auch stellenweise in sie ein. Neben den Kettenkonidien treten auch eiförmige, einzellige. ebenfalls in Verbänden stehende Konidien auf, die dem Cladosporium- oder Hormodendrontypus angehören. Wie Behrens angibt, erweisen sich gesunde Pflanzen als immun gegen die Krankheit; erst geschwächte Setzlinge zeigen eine weitgehende Disposition. Allzu hohe Luft- und Bodenfeuchtigkeit sowie auch geringe Durchlüftung schienen im wesentlichen die schwächenden Momente zu sein. Wie weit eine Übertragung der Sporen durch die Samen möglich ist, darüber gibt Behrens einige Beobachtungen, die sich auf das Anheften der Sporen an die Samen beziehen. — Auf Veilchen in Nordamerika beobachtete Dorsett[3]) als Ursache einer Blattfleckigkeit die *A. Violae* Gall. et Dors. Auch hier erliegen die schwächlichen Pflanzen zuerst dem Angriffe des Parasiten, und als Verhütungsmafsregeln haben sich die Abhaltung allzu grofser Feuchtigkeit und genügende Durchlüftung bewährt. Endlich wäre noch *A. Vitis* Cav. zu nennen, welche auf der Blattoberseite von *Vitis* sich entfärbende Flecken längs den Rippen erzeugt.

Der Gattungen *Fumago* Pers. und *Sarcinella* Sacc. wurde bereits auf S. 200 Erwähnung getan.

Von den Abteilungen der Helicosporae und Staurosporae kennt man keine Schädlinge.

Stilbaceae.

Wir kommen nun zu der Formfamilie der Stilbaceae, die sich dadurch auszeichnet, dafs ihre Konidienträger zu festen Coremien zusammentreten und so einen gleichsam aus einheitlichem Gewebe bestehenden Fruchtkörper bilden. Coremien treten auch sonst vielfach bei üppigem Wachstum auf, aber wir können dann stets daraus wieder die einfachen Konidienträger ableiten (z. B. *Penicillium*); anders dagegen bei den Stilbaceen, bei denen einfache Konidienträger, selbst bei schlechter Ernährung, nicht auftreten. Die Stiele der Coremien bestehen aus längsparallel verlaufenden, septierten, starren Hyphen, die an der Spitze entweder pinselig auseinandersperren oder sich verzweigen und eine Art Köpfchen bilden. An den Spitzen der Endauszweigungen des Köpfchens werden die Konidien gebildet, die ent-

---

[1]) Rivist. di Patol. II, 1893, S. 227.

[2]) Über den Schwamm der Tabaksetzlinge in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. II, 1892, S. 327.

[3]) Spot disease of the violet in Bull. 23, U. S. Dept. Agric. Div. Veg. Phys. 1900.

weder einzeln oder in Ketten entstehen können. Über die Entwickelung und über die Zugehörigkeit zu Ascomyceten wissen wir bisher nur sehr wenig. Nach der Farbe der Coremien und Konidien teilt man die Familie in Hyalostilbeen und Phaeostilbeen ein.

Unter der ersteren Gruppe wäre zuerst die Gattung *Stilbella* Lindau (= *Stilbum* Aut. non Tode) zu erwähnen. Die Coremien bilden an der Spitze ein kleines hyalines Köpfchen, an dessen Fäden die einzelligen, kleinen, hyalinen Konidien ansitzen; häufig ist der ganze Kopf von Schleim umhüllt.

Soweit bisher bekannt, sind alle Arten der Gattung Saprophyten und kommen auf faulenden Pflanzenteilen und Mist vor; nur eine einzige Art, *S. flavida* (Cooke) Kohl verursacht eine gefährliche Erkrankung der Kaffeeblätter. Mit dieser Art hat sich G. Kohl[1]) eingehender beschäftigt, und seine Resultate wurden später von A. Puttemans[2]) bestätigt und etwas erweitert. Aus diesen Arbeiten ergibt sich folgende Lebensgeschichte des Schädlings. Auf den Blättern, ebenso auch an den jungen Früchten und Zweigen entstehen blafsgelbe Flecken, auf denen sich die etwa 1½ mm langen, zarten, gelblichen, später bräunlichen Coremien des Pilzes erheben. Der Stiel besteht aus parallelen Hyphen, die an der Spitze ein nach oben sich verbreiterndes, knopfförmiges Köpfchen bilden. Am peripherischen Teil des Köpfchens sitzen flaschenförmige Sterigmen, die nach aufsen einen oder mehrere, einfache oder sich häufig verzweigende Schläuche treiben, an denen Kohl die Bildung von winzigen, ellipsoidischen, hyalinen Konidien beobachtet hat. Puttemans konnte keine Konidienbildung feststellen, und es erscheint deshalb nicht ausgeschlossen, dafs das Unterbleiben der Sporenbildung mit dem Infektionsmodus zusammenhängt. Trotzdem nämlich die Konidien auf Nährlösungen auskeimten, aber niemals Fruchtkörper bildeten, gelang die Infektion einer Kaffeepflanze mit ihrer Hilfe niemals. Die Infektion erfolgt dagegen stets durch die abgerissenen Köpfchen, welche auf den Blättern durch abgesonderten Schleim ankleben und Keimschläuche austreiben, die in das Blatt eindringen. Diese eigentümliche, auch von Noack in Brasilien beobachtete Infektionsform erklärt Kohl damit, dafs der Pilz vielleicht noch nicht lange genug sich an die Kaffeepflanze angepafst hat; die Konidien würden also noch nicht die Kraft erlangt haben, die Infektion auszuführen. Wahrscheinlich wird diese Ansicht dadurch, dafs der Pilz auch auf anderen Pflanzen, namentlich an den Schattenbäumen der Kaffeeplantagen, als Saprophyt auftritt. Wir würden es demnach bei diesem Schädling mit einem Parasitismus zu tun haben, der erst vor kurzer Zeit erworben und noch in der Entwickelung begriffen ist. Die Fruchtkörper entstehen meist auf der Oberseite der Flecken, und die Neuinfektion erfolgt deshalb auch gewöhnlich an der Oberseite des Blattes, indem die aus dem Köpfchen auskeimenden Hyphen die Cuticula durchsetzen und allmählich das ganze Blattmesophyll mit dichten Mycelwucherungen erfüllen. Auf den Flecken treten noch andere Pilze auf, die aber sicher nicht in den Entwickelungskreis der *Stilbella* gehören. Bei der weiten Verbreitung des Pilzes in den kaffeebauenden Ländern, namentlich in Amerika, erscheint es dringend geboten, auf energische Bekämpfungsmittel zu dringen. Dies dürfte aber um so schwieriger sein, weil die

---

[1]) Beihefte zum Tropenpflanzer IV n. 1, 1903, S. 59, Tab. 1—3.
[2]) Bull. Soc. Mycol. France XX, 1904, p. 157, Tab.

Kaffeepflanze nicht der einzige Wirt ist und eine Neuinfektion stets wieder zu befürchten ist, wenn die Vernichtung des Schädlings auf dem Kaffee gelungen sein sollte. Deshalb verspricht auch die Bekämpfung des Pilzes auf den Nachbarpflanzen einigen Erfolg, aber es erscheint doch fraglich, ob sie durchführbar ist. KOHL schlägt deshalb in erster Linie vor, die Kaffeepflanze selbst durch geeignete Düngung, namentlich mit Kalk und auch Kali, widerstandsfähig zu machen. Daneben dürften solche Spritzmittel Erfolg versprechen, welche längere Zeit an den Blättern haften bleiben. Wie weit unter Beobachtung dieser Vorschläge eine Beseitigung der Schädigungen möglich ist, darüber liegen zurzeit noch keine Erfahrungen vor.

Erwähnt möge die hierher gehörige Gattung *Isaria* Pers. werden, deren Arten entweder auf Pflanzen saprophytisch oder auf Insekten parasitisch wachsen. Sie gehören als Konidienformen zu *Cordyceps*-Arten (vergl. S. 215) und kommen für die Phytopathologie insofern in Betracht, als sie beim Überhandnehmen von schädlichen Insekten oder ihrer Larven meist in ungeheueren Mengen aufzutreten pflegen und die Tiere in kurzer Zeit zu vernichten vermögen. *I. fuciformis* Berk. wurde an Ähren von Gräsern in England und an keimenden Getreidekörnern in Australien beobachtet. Näheres ist nicht bekannt.

Unter den Phaeostilbeae wäre zuerst die Gattung *Graphium* Corda zu nennen, deren Coremium aus parallelen Fäden besteht, die an der Spitze sich auflockern und hier die einzelligen Konidien bilden. Man kennt an toten Pflanzenteilen viele Arten, aber es ist ungewifs, ob sie schädigend auftreten können. Dasselbe ist mit den Arten von *Sporocybe* Fr. bekannt, die sich von *Graphium* durch die dunklen Sporen unterscheiden. Die Gattung *Stysanus* Corda bildet ihre Sporen in Ketten aus; die Coremien tragen meist ein zylindrisches oder keuliges Köpfchen. Die gemeinste Art *S. Stemonites* (Pers.) Corda findet sich auf faulenden Pflanzenteilen; nur von *S. Veronicae* Passer. wird angegeben, dafs sie auf den lebenden Blättern von *Veronica longifolia* in Gewächshäusern Flecken bilden, die sich allmählich ausbreiten und das ganze Blatt zum Vertrocknen bringen. Auch über diese Krankheit liegen keine ausführlichen Beobachtungen vor.

Auf Weinbeeren hat CAVARA die *Briosia ampelophaga* Cav. beobachtet. Die Coremien bilden feste, dunkle Köpfchen, auf denen die kugeligen Konidien in Ketten entstehen.

Endlich wäre noch die Gattung *Isariopsis* Fries zu nennen, deren Konidienträger zu einem lockeren, gefärbten Säulchen zusammenstehen; am Ende der Träger werden zylindrische, mehrzellige Konidien von blasser Farbe gebildet. *I. alborosella* (Desm.) Sacc. kommt häufig an Blättern von *Cerastium* und *Stellaria* vor. Als Schädling von Bohnen ist *I. griseola* Sacc. bekannt geworden. Das Mycel bildet unterhalb der Spaltöffnungen ein kleines Stroma, aus dem die Konidienträger sich erheben. Sie sind einzellig mit keulig verdickter Spitze und bilden zylindrische oder spindelförmige, drei- bis vierzellige Konidien. Häufig tritt der Pilz mit *Uromyces Phaseoli* zusammen auf, verursacht wohl aber kaum so grofsen Schaden wie diese Uredinee.

Tuberculariaceae.

Der Unterschied der T. gegenüber den beiden ersten Familien der Hyphomyceten besteht darin, dafs die Konidienträger zu lagerartigen Fruchtkörpern zusammentreten. Gewöhnlich bilden vegetative und

fruktifikative Hyphen zusammen die höcker- oder polsterförmigen, nur sehr selten ausgebreiteten Fruchtkörper, die in einigen Fällen noch auf einer Art von stromatischer Unterlage aufsitzen. Wir sind bisher nur unvollkommen von der Entwickelung dieser Formen unterrichtet und wissen von der Entstehung der Lager noch recht wenig. In den weitaus meisten Fällen wuchert das Mycel im Innern der befallenen Pflanzenteile, und erst die Lager brechen an die Oberfläche hervor. Die meisten hierher gehörigen Formen werden als Saprophyten angesehen, aber mit der genaueren Untersuchung mehren sich die Fälle, in denen einzelne Arten als Parasiten erkannt worden sind. Allerdings scheint es so, als ob viele nur unter bestimmten Bedingungen sich zu fakultativen Parasiten ausbilden; meist gehen sie erst vom toten Gewebe auf lebendes über.

Die systematische Einteilung ist bisher noch wenig geklärt. Man unterscheidet nach der Farbe des Mycels oder der Fruchtträger und Konidien die beiden Hauptgruppen Tuberculariaceae mucedineae und T. dematieae, die dann wieder nach der Teilung der Konidien in die bekannten Unterabteilungen zerfallen. Von mehreren wurde die Zugehörigkeit zu Ascomyceten erwiesen, so von den allbekannten *Tubercularia*-Arten (zu *Nectria*), von *Sphacelia* (zu *Claviceps*), von *Endoconidium* (zu *Hymenoscypha*) usw.

Wir behandeln zuerst die hyalin gefärbten Gattungen.

Wichtig ist die Gattung *Tubercularia* Tode, deren gemeinster Vertreter, *T. vulgaris* Tode, in der kälteren Jahreszeit auf den Ästen vieler Holzgewächse seine roten polsterförmigen Fruchtkörper ausbildet. Bei der Darstellung seiner Askenform, *Nectria cinnabarina*, ist bereits in ausführlicher Weise auf ihn eingegangen worden (S. 205), so dafs sich hier eine nochmalige Darstellung erübrigt. Die zahlreichen anderen Arten finden sich ebenfalls an Holzgewächsen, können aber hier wegen ihrer geringen Bedeutung übergangen werden.

Auf Uredineenlagern schmarotzt *Tuberculina* Sacc. mit ihrer häufigsten Art *T. persicina* (Ditm.) Sacc. Die Lager sind sehr klein, violett und bilden zuletzt ein kleines Sclerotium. Die fast kugeligen Konidien stehen an einfachen, kurzen Trägern endständig.

Ebenfalls zu *Nectria*-Arten gehören die auf Flechten schmarotzenden Spezies der Gattung *Illosporium* Mart. *I. carneum* Fries bildet kleine, rote, hervorbrechende Lager auf *Peltigera canina*; die Lager sind von Schleim umschlossen und zerfallen zuletzt zu einer staubigen Masse von Konidien.

Auf Roggenkörnern wurde *Endoconidium temulentum* Prill. et Delacr. gefunden. Die weifslichen, kissenförmigen Lager bestehen aus verzweigten Trägern, in denen die Konidien erzeugt werden; diese treten an der durchbohrten Spitze der Äste hervor. Als Schlauchform gehört *Hymenoscypha temulenta* dazu. Prillieux nimmt an, dafs der Pilz die Ursache einer Art von Taumelroggen sei, denn nach dem Genufs der Körner erkrankten sowohl Menschen wie Haustiere (vergl. S. 279).

Ein gefährlicher Parasit tropischer Nutzpflanzen ist *Necator decretus* Massee. Dieser hauptsächlich auf dem Stamm und den Zweigen vom Kaffee auftretende Parasit wurde zuerst von Malakka durch Massee beschrieben und später auch auf Java von Zimmermann gefunden und genauer untersucht. Er kommt auch auf *Thea chinensis*, *Bixa Orellana*, *Erythroxylon Coca* und anderen Plantagenpflanzen vor. Der letztere Autor weicht in der Beschreibung der Sporenbildung etwas von Massee

ab; ich folge seiner Darstellung[1]). Die Fruchtkörper sind ungefähr kreisförmig, orangerot, denen eines Gloeosporium äufserlich ähnlich und stehen meist in grofser Zahl zusammen, so dafs sie sich häufig berühren und kleine Gruppen bilden. In feuchter Luft schwellen die Lager dick an, bei Trockenheit schrumpfen sie vollständig ein. „Die jungen Fruchtkörper sind von der Cuticula bedeckt und besitzen eine ungefähr kugelige Gestalt. Sie bestehen aus einer dünnwandigen Wandschicht, die ganz von gleichartigen, pseudoparenchymatisch untereinander verbundenen Zellen erfüllt ist. Nach Sprengung der Cuticula öffnen sie sich an der der freien Oberfläche zugekehrten Seite. Die obersten Zellen runden sich dann ab und lösen sich als Sporen von den umliegenden ab. Allmählich schreitet dieser Prozefs immer mehr nach innen fort, und es werden so fast alle Zellen der Fruchtkörper in Sporen verwandelt. Eine kettenförmige Anordnung ist weder an den jungen noch an den alten Fruchtkörpern deutlich zu erkennen.“ Der reife Fruchtkörper besteht dann an seiner Oberfläche aus einer mehr oder weniger dicken Schicht von unregelmäfsig gestalteten, einzelligen Sporen, die in Wasser schnell wieder auskeimen. Nach Massee sollen die Konidien in kettenförmiger Anordnung entstehen und orangerotes Plasma besitzen. Der Pilz ist den Kaffeeplantagen sehr verderblich, da er die Bäume in kurzer Zeit zu vernichten vermag. Die Bekämpfung könnte sich höchstens auf die Abtötung der Sporen beschränken; es scheint aber nach dieser Richtung hin bisher nichts versucht worden zu sein.

Endlich wäre noch die Gattung *Volutella* Tode zu erwähnen, welche scheibenförmige Fruchtkörper besitzt, die am Rande von Borsten umgeben sind. Dadurch gewinnen die Lager eine gewisse Ähnlichkeit mit denen von *Colletotrichum*, aber sie unterscheiden sich bei der mikroskopischen Untersuchung sofort durch die oberflächliche Art des Aufsitzens und die viel kleineren Konidien. *V. ciliata* (Alb. et Schwein.) Fries und *V. setosa* (Grev.) Berk. kommen weit verbreitet auf faulenden Pflanzenteilen vor. Als Parasiten betrachtet Atkinson die *V. leucotricha* Atk., die von ihm auf Pfropfreisern von Gartennelken in Nordamerika beobachtet wurde.

Die Unterabteilung der Phragmosporae enthält die wichtige Gattung *Fusarium* Link. Erst die Forschungen der letzten Jahre haben die Erkenntnis gebracht, dafs zahlreiche Arten dieser Gattung zu den gefährlichsten Pflanzenparasiten gehören; nur ist es nicht immer leicht, sie zu erkennen, weil sie häufig nur im sterilen Zustand gefunden werden. Das Hauptmerkmal der hier in Betracht kommenden Arten stellen die Konidien dar, welche spindel- oder sichelförmige Gestalt besitzen und durch Scheidewände in mehrere Zellen geteilt werden. Häufig sind die Querwände undeutlich, namentlich in jüngeren Stadien; dann aber finden sich häufig Öltropfen, die in ihrer Zahl die spätere Anzahl der Zellen markieren. Das Mycel wuchert bei den parasitischen Arten zuerst im Innern des Pflanzenteiles, wächst aber dann auf der Oberfläche zu oft mächtigen Massen heran, welche entweder bestimmt geformte, kissenförmige oder warzenförmige Lager oder formlose, weit ausgebreitete, oft ziemlich dicke Überzüge bilden. Man unterscheidet danach die ersteren Arten als *Selenosporium*, die letzteren als *Fusisporium*. Zu bemerken ist aber, dafs diese Unterschiede keineswegs scharf und

[1]) Centralbl. f. Bakt.- u. Parasitenkunde 2. Abt. VII, S. 145.

durchgreifend sind; aber bei der geringen Kenntnis, die wir vorläufig von der Entwicklung der Arten besitzen, läfst sich nichts Besseres an die Stelle dieser schwankenden äufseren Merkmale setzen. Auch die Unterscheidung der Arten selbst stöfst noch auf vielfache Unsicherheiten, die noch zu beseitigen sind.

Das Mycel selbst ist häufig ziemlich grobfädig, vielfach septiert und reichlich verzweigt, bisweilen sehr regelmäfsig einseitig oder abwechselnd auf beiden Seiten des Fadens verästelt. In seinen letzten Auszweigungen geht es in die Konidienträger ohne weiteren Absatz über; meist sind diese reichlich verzweigt und tragen an der Spitze der Endästchen einzeln oder in Büscheln die bereits geschilderten Konidien. Die Farbe der Rasen ist entweder reinweifs, häufig wie Kreide aussehend, oder mehr rötlich in allen möglichen Nuancen. Soweit wir bisher wissen, gehören wahrscheinlich *Nectria*-Arten als Schlauchformen hinzu, wie es für *F. aquaeductum* (Radlk. et Rabh.) Sacc., den bekannten Moschuspilz, nachgewiesen worden ist. Ob dies aber für alle Arten zutrifft, erscheint mehr als fraglich.

Bei jungen Koniferenpflänzchen wurde von R. Hartig eine Keimlingskrankheit beobachtet, deren Ursache von v. Tubeuf als *Fusoma parasiticum* bezeichnet wurde. Rostrup [1]), der den Pilz auch in Dänemark auffand, benennt den Pilz *Fusarium blasticola*; er hat zweifellos recht, wenn er die Art hierher zieht und nicht bei *Fusoma* beläfst. Die jungen Pflanzen bekommen dunkle Flecken, werden welk und fallen schliefslich um. Während bei trockenem Wetter äufserlich nichts weiter zu sehen ist, wächst bei feuchtem ein grauweifses Mycel hervor, das an den reichlich verästelten Enden zahlreiche, etwas sichelförmig gekrümmte, beidendig zugespitzte, mehrfach querseptierte, hyaline Konidien bildet. Der Pilz ist in den Saatkämpen ein gefährlicher Eindringling und läfst sich leicht auf gesunde Pflanzen übertragen. Als Bekämpfungs- und Vorbeugungsmittel empfiehlt Rostrup das Vernichten der befallenen Pflanzen und die Verlegung der Saatkämpe nach Orten, wo die Krankheit noch nicht aufgetreten ist, ferner das Vermeiden von zu grofser Feuchtigkeit und von zu vielem Deckmaterial.

Auf dem Getreide wurden mehrere Fusarien beobachtet, die aber wohl alle kaum als Parasiten aufzufassen sind. Sie treten meistens auf den reifen Ähren auf, namentlich bei feuchtem Wetter, und können vielleicht auch den Körnern Schaden tun. Die häufigste Art ist *F. heterosporum* Nees, das seine rosenroten Lager auf den Spelzen unserer Getreidearten und auf vielen wilden Gräsern ausbildet. Vielfach findet man sie auch auf den Sklerotien von *Claviceps*. Als Woronin [2]) die Ursache des ussurischen Taumelgetreides zu ergründen suchte, fand er diesen Pilz neben anderen sehr häufig vor, ohne dafs sich aber angeben läfst, ob er die eigentliche Ursache der berauschenden Eigenschaft der Körner darstellt. Neben diesem Pilze werden noch *F. miniatulum* Sacc., *F. Schribauxii* Delacr. und *F. avenaceum* Fries gefunden. Den letzteren Pilz traf Rostrup besonders häufig in Dänemark an, wo er Getreidepflanzen zum Absterben brachte. An den Enden der Träger werden bisweilen ellipsoidische Chlamydosporen gebildet. Im allgemeinen aber scheint der Schaden, den alle diese Arten anrichten, nicht bedeutend zu sein, solange das Wachstum nicht durch aufser-

---

[1]) Plantepatologi S. 600.
[2]) Botan. Zeit. 1891 n. 6.

ordentliche Feuchtigkeit begünstigt wird. Ein viel gefährlicherer Feind der Wintersaaten ist dagegen der unter dem Namen Schneeschimmel bekannte Pilz, auf den jetzt näher eingegangen werden soll.

Wenn im Frühjahr die Schneedecke allmählich abschmilzt, so zeigen sich auf den Feldern mit der überwinterten Saat oft weite Flächen abgestorben; besonders werden davon Mulden und Einsenkungen betroffen, ebenso schwerer Boden mehr als lockerer, sandiger. Man bezeichnet diese, durchaus nicht in jedem Jahre regelmäfsig auftretende Erscheinung als Auswintern der Saaten. Untersucht man solche Fehlstellen näher, so findet man die jungen Getreidepflänzchen geschwärzt und tot dem Boden anliegend, und darüber erstreckt sich ein weifslicher oder rötlichgrauer, spinnwebenartiger Mycelanflug, der meist nach dem Vergehen des Schnees sehr schnell spurlos verschwindet. Man hat schon frühzeitig auf diese Erscheinung geachtet; denn bereits im Jahre 1842 hat Unger darüber Beobachtungen angestellt. Er identifiziert den Pilz mit der Fries'schen *Lanosa nivalis*, unter welchem Namen er auch heute noch häufig geht, obwohl ihn Sorauer jetzt als *Fusarium nivale* bezeichnet hat. Bereits von Unger wird eine Art von „Sporidien“-bildung erwähnt, während Fuckel Fusariumkonidien beobachtete und den Pilz mit *Rhizoctonia* zu *Amphisphaeria zerbina* stellte. Diese Zusammenstellung erscheint sicher irrig; denn Sorauer[1]) hat bei seiner Untersuchung des Schneeschimmels niemals Ansätze zu anderen Fruchtbildungen gesehen als die von ihm beobachteten, allerdings nicht in Reinkultur gezogenen Fusariumkonidien und Chlamydosporen. Im allgemeinen wuchert der Pilz in den vom Frost abgetöten Getreide- oder Unkrautpflänzchen, aber er beschränkt sich durchaus nicht darauf, sondern ergreift auch benachbarte gesunde Pflanzen und vermag sie schnell abzutöten. Durch einwandfreie Versuche hat Sorauer[2]) gezeigt, wie die Hyphen von einer Pflanze zur anderen übergehen. Wenn junge Getreidepflänzchen mit ihren Blattspitzen mit bereits abgestorbenen Blättern in Berührung gehalten werden, so erfolgte ein Überwandern des Mycels, das die gesunden Blätter von der Spitze aus zum Absterben brachte. Wurden tote Teile fest auf lebende Pflanzen aufgeprefst, so erfolgte ebenfalls Infektion. Wenn also damit die parasitäre Natur des Schneeschimmels bewiesen ist, so war es doch notwendig, den Bedingungen nachzugehen, unter denen gesunde Pflanzen überhaupt infizierbar werden. Da hat sich denn in erster Linie ergeben, dafs feuchte stagnierende Luft die Hauptbedingung für das Wachstum des Pilzes überhaupt ist. Wenn im Frühjahr die Schneedecke zu schmelzen beginnt, so wird der Schnee nicht blofs an der Oberfläche verzehrt, sondern auch durch die höhere Erwärmung des dunklen Erdbodens an der unteren Fläche. Dadurch entstehen Hohlräume, in denen die Luft sehr feucht und unbewegt ist. Befinden sich nun an solchen Stellen bereits abgestorbene Pflanzen, so ist die erste Bedingung für das Auftreten des Schneeschimmels gegeben. Bei dichtem Stande der Saat breitet sich dann der Mycelüberzug schnell aus und bringt in weitem Umkreise die Pflänzchen zum Absterben. Sobald der Schnee weggetaut ist und der Wind und die Sonne eine schnellere Abtrocknung

[1]) Der Schneeschimmel in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, 1901, S. 217. Hier ist auch die ältere Literatur verzeichnet, worauf ich verweise.

[2]) Über Frostbeschädigungen am Getreide und damit in Verbindung stehende Pilzkrankheiten in Landwirtschaftl. Jahrbücher 1903, S. 1—68, mit 4 Tafeln.

hervorrufen können, so verschwindet der Überzug sehr bald; nur an tiefer gelegenen Stellen, die vom Winde weniger getroffen werden, hält er sich längere Zeit, ebenso an solchen Stellen, wo vom Boden aus hinreichende Feuchtigkeit zugeführt werden kann. Dazu kommt noch, dafs ältere Pflanzen nicht mehr infizierbar sind, weil die erstarkten Oberflächengewebe genügenden Schutz gegen das Eindringen der Mycelfäden bieten. Die Prädisposition liegt also einmal in der Jugend der Pflanzen und zweitens in den äufseren Bedingungen, nämlich der feuchten, unbewegten Luft. Die niedere Temperatur ist keineswegs für die Erkrankung mafsgebend; denn SORAUER hat seine Versuche bei Zimmertemperatur angestellt und dabei ein üppiges Wachstum des Pilzes festgestellt. Die genannten Bedingungen finden sich im Freien bei uns nur während der Monate Februar bis April; später wird das oberflächlich wachsende Mycel durch die Austrocknung vernichtet, während die an der durch Blätter feuchter gehaltenen Bodenoberfläche wachsenden Fäden durch das Überhandnehmen von Bakterien zugrunde gerichtet werden sollen. Obwohl mit diesen Untersuchungen die wesentlichsten Punkte der Entwickelungsgeschichte aufgeklärt worden sind, bleibt doch noch manches dunkel. So wissen wir nicht, ob die von SORAUER gefundenen Chlamydosporen den Pilz während des Sommers erhalten, obwohl die Aufklärung gerade dieses Punktes wichtig wäre, um das Wiederauftreten des Pilzes im Winter verständlich zu machen.

Bei *Morus alba* wird durch *F. lateritium* Nees ein Erschlaffen der Triebe hervorgerufen. Die Art findet sich als Saprophyt auf den Ästen vieler Holzgewächse und wurde von BRIOSI und FARNETI[1]) zum ersten Male als Krankheitserreger nachgewiesen. Äufserlich stellt sich das Übel so dar, dafs entweder die Knospen nicht ausschlagen oder die schon entwickelten Triebe verwelken. Man findet in der Nähe der Knospen bei einjährigen oder mehrjährigen Zweigen kleine, fahle Höfe, in denen sich oft eine Vertiefung bemerkbar macht; das Rindengewebe ist der Ausdehnung der Höfe entsprechend abgestorben. In diesen Stellen findet sich das Mycel, von dem auf den Höfen die kleinen ziegelroten Fruchtlager gebildet werden. Da das Überimpfen von sterilem Mycel wie von Konidien auf gesundes Gewebe die Krankheit zu erzeugen vermag, so liegt hier abermals ein Fall vor, in dem ein gewöhnlich saprophytischer Pilz die Kraft erlangte, gesunde Pflanzenteile zu infizieren. Als Perithecienform wurde *Gibberella moricola* erkannt.

Auf *Dianthus* wurde bei Antibes in Frankreich von DELACROIX[2]) *Fusarium Dianthi* Prill. et Delacr. beobachtet. Die Infektion der Pflanzen, besonders der Stecklinge, in den Gewächshäusern findet durch Wunden statt, die durch Milben oder Älchen verursacht sein können. Neben den typischen Fusariumsporen finden sich auch mehrzellige, gelbbräunliche, glatte oder etwas rauhe Chlamydosporen, die erst nach einer Ruheperiode keimen und im Boden, wo erkrankte Nelkenteile faulen, sich zahlreich vorfinden. Als Bekämpfungsmittel wird neben dem Vernichten der erkrankten Pflanzen die Desinfektion des Bodens mit Schwefelkohlenstoff oder Formaldehyd empfohlen. MANGIN[3]),

---

[1]) Intorno all' avvizzimento dei germogli del gelso in Rendic. R. Acc. dei Lincei X, sem. 2; Atti Ist. bot. Pavia, 2. ser. X, S. 1.

[2]) Sur la maladie des oeillets, produite par le Fusarium Dianthi Prill. et Delacr. in Compt. rend. CXXXI, 1900, S. 961.

[3]) Sur le parasitisme du F. roseum et des espèces affines in Compt. rend. CXXXI, 1900, p. 1244.

der dieselbe Erkrankung untersuchte, hält nach seinen Kulturversuchen die Art für das weitverbreitete *F. roseum* Link und hat es auch erfolgreich auf Kartoffeln und Georginen übertragen. Er empfiehlt ebenfalls Desinfektion des Bodens, und zwar mit Naphthol (1 : 2400), das sich gegenüber anderen Mitteln am besten bewährt haben soll. Dafs *F. roseum* als Parasit nicht blofs auf den genannten Pflanzen, sondern auch an Getreide eine Spelzenkrankheit hervorzurufen vermag, bestätigt Peglion[1]) durch die Untersuchung der als *golpe bianca (wheat-scab)* in Italien bekannten Krankheit. Die Mycelien und Fruchtlager des Pilzes zeigen sich an den Rändern der Hüll- und Deckspelzen und können auch auf Blüten übergreifen, um sie zum völligen Abort zu bringen. Begünstigt wird die Ausbreitung der Krankheit durch das Lagern des Getreides, das in gewissen Gegenden Italiens als eine günstige Kulturbedingung aufgefafst wird. Es ist zweifellos, dafs durch das Lagern eine gröfsere Feuchtigkeit und geringere Lichtintensität bewirkt wird, was der Entwickelung des Mycels zugute kommt.

Auf verschiedenen Kohlarten hat Rostrup in Dänemark das *Fusarium Brassicae* v. Thüm. beobachtet. Die Blätter bekommen gelbrötliche, runde Flecken, die aus den Hyphen des Pilzes bestehen; am Rande der Mycellager entstehen die Sporen. Irgendwelche ökonomische Bedeutung besitzt vorläufig der Schädling nicht.

Mehrere, erst in neuester Zeit untersuchte Fusarien kommen an Obstbäumen vor. An Weichselkirschen tritt gelegentlich eine Zweigerkrankung auf, die in ihren äufseren Symptomen eine weitgehende Ähnlichkeit mit der Moniliaerkrankung der Zweige besitzt. Aderhold[2]) konnte aber bei seiner Untersuchung sehr bald feststellen, dafs es sich um eine Knospenerkrankung infolge von *F. gemmiperda* Aderh. handelt. Die Erkrankung zeigte sich in den befallenen Zweigen dadurch, dafs die Blütenbüschel während des Austreibens im Frühjahr, aber lange vor der Entfaltung der Blüten, absterben, ohne dafs äufserlich irgendeine Ursache zu entdecken wäre. Beim Feuchtlegen erkrankter Teile, aber auch nicht immer, wächst äufserlich ein Mycel heraus, das nach wenigen Tagen schneeweifse Fruchtlager bildet, auf denen die charakteristischen Fusariumkonidien gefunden werden. Die Konidienträger verzweigen sich am Ende vielfach und bilden ganze Büschel von Konidien, die anfangs ungeteilt, später gewöhnlich vierzellig sind. Auch auf dem natürlichen Substrat am Baum werden Konidien gebildet, aber nicht so reichlich und nie in solchen grofsen Lagern. Andere Fruchtformen wurden weder auf dem Substrat noch in den mannigfach variierten Kulturen gefunden. Die von Aderhold angestellten Übertragungsversuche waren von Erfolg begleitet; ebenso konnte er feststellen, dafs die Ausdehnung der Erkrankung hauptsächlich durch feuchtes Wetter begünstigt wird.

Eine Wurzelerkrankung von Kirsch- und Apfelbäumchen in Schlesien und Schleswig wurde von Aderhold[3]) auf *F. rhizogenum* Pound et Clem. zurückgeführt. Die Wurzeln zeigten im Innern Mycelwucherungen und im Holz Gummibildung; gleichzeitig waren viele Zellen mit kristallinischen Massen völlig vollgestopft. In der feuchten Kammer

[1]) Sulla diffusione e sui rapporti della golpe bianca coll' allettamento del frumento in Ann. R. Staz. di Patol. veget. Roma I, 1901.

[2]) Ein der Moniliakrankheit ähnlicher Krankheitsfall an einem Sauerkirschbaum in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI. 1901, S. 65.

[3]) Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenkunde 2. Abt., VI, 1900, S. 620.

wächst ein Mycel an der Oberfläche hervor, das in lockeren Polstern die Fusariensporen und daneben auch Cephalosporienkonidien und Chlamydosporen erzeugte. Dadurch hat der Pilz eine gewisse Ähnlichkeit mit dem nachher zu schildernden *F. vasinfectum* var. *Pisi*.

Endlich wird von A. OSTERWALDER[1]) noch eine Fäule der Äpfel (und Birnen) erwähnt, die auf *F. putrefaciens* Osterw. zurückzuführen ist. Die Äpfel beginnen im Gegensatz zu anderen Fäulen von innen aus zu erkranken, und die Fäule schreitet vom Kernhaus nach der Schale nach aufsen, indem sich das Fruchtfleisch braungelb färbt und zuletzt eine zunderartige Beschaffenheit annimmt. Erst wenn die Epidermis erweicht ist, beginnt sich diese schokoladenbraun zu färben. Wird der Apfel feucht gehalten, so wächst das Mycel aus den Spaltöffnungen heraus und überzieht die Oberfläche mit einem grauen, grünlichgelben oder rötlichen Geflecht. Unter der Epidermis bilden die Hyphen durch dichtere Verflechtung ein stromatisches Gewebe. Die Reinkultur zeigte dieselben Fruchtformen wie bei *F. gemmiperda*, die Impfung gelang auf Äpfeln und Birnen, aber die unverletzte Epidermis vermag der Pilz nicht zu durchbohren, so dafs nur vorherige Verletzungen die Voraussetzung für die Fäule bilden.

Die Leguminosen beherbergen mehrere Arten von Fusarien, die an ihnen Welkekrankheiten verursachen, aber bisher nur wenig beachtet worden sind. Am genauesten ist die St. Johanniskrankheit der Erbsen bekannt, die in Holland weit verbreitet ist und von VAN HALL[2]) einer näheren Untersuchung unterworfen worden ist. Wenige Jahre später wurde dieselbe Erkrankung auch an verschiedenen Orten Deutschlands aufgefunden und von APPEL und SCHIKORRA[3]) studiert. Da die Untersuchungen der beiden Autoren die Resultate VAN HALLS im wesentlichen bestätigen und erweitern, so folge ich bei der Darstellung ihrer Arbeit. Bei den erkrankten Pflanzen beginnen einzelne jüngere Blättchen, seltener einzelne Blatteile, zuletzt auch der Blütenstand, schlaff zu werden und trocknen ohne Verfärbung oder unter Vergilbung ab. Danach vertrocknet sehr schnell die ganze Pflanze und legt sich auf den Boden, wodurch der Anschein erweckt wird, als ob sie normal abgereift wäre. Da gewöhnlich die Erkrankung gegen Ende Mai einsetzt, so findet das Absterben gegen Ende Juni, um den Johannistag herum, statt, woher die Krankheit in Holland ihren Namen erhalten hat. Die fast reifen Hülsen bringen noch normale Samen hervor, die unreifen dagegen vertrocknen. An den befallenen Pflanzen bemerkt man vom Wurzelhals ab bis etwa handhoch über dem Boden zahlreiche feine Risse, an denen das Mycel des Pilzes eingedrungen ist. Dieses findet sich an der Basis der Risse in der Rinde und im Holzteil, nach oben hin jedoch fast nur in den Gefäfsen. Hierin wächst es nach oben und verbreitet sich gelegentlich auch im benachbarten Parenchym, wo es dann gröfsere Konglomerate bildet. Die Pilzhyphen allein geben nicht den Anlafs zur Verstopfung der Gefäfse, die dann wieder eine Unterbrechung der Wasserleitung zur Folge hat, sondern es werden

---

[1]) Über eine bisher unbekannte Art der Kartoffelfäule, verursacht durch *Fusarium putrefaciens* n. sp. in Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenkunde 2. Abt., XIII, 1904, S. 207.

[2]) Die St. Johanniskrankheit der Erbsen, verursacht durch *Fusarium vasinfectum* Atk. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXI, 1903, S. 2.

[3]) Beiträge zur Kenntnis der Fusarien und der von ihnen hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten in Arb. a. d. Kais. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstwesen V, 1906, S. 155.

leuchtend gelbe, gummiartige Massen ausgeschieden, welche das Lumen ausfüllen. Aufser den Fusariumkonidien, welche fast halbmondförmig gekrümmt, beidendig spitz und mit mehreren Scheidewänden versehen sind, finden sich auch Mikrokonidien, welche zum Typus eines *Cephalosporium* gehören und aufserdem Chlamydosporen, die im Verlaufe eines Fadens als dickwandige Anschwellung entstehen und meist zu zweien oder mehreren hintereinander sich finden. Während für andere, ähnliche Arten Sklerotien angegeben werden, blieben bisher alle nach dieser Richtung hin angestellte Kulturversuche erfolglos. Der Pilz wurde unter den verschiedensten Bedingungen kultiviert; ich mufs aber dafür auf das Original verweisen und möchte nur hervorheben, dafs der Nachweis geführt wurde, dafs die Hyphen Zellulose zu lösen imstande sind.

Für die Verbreitung der Krankheit scheinen in erster Linie die Cephalosporiumkonidien verantwortlich gemacht werden zu müssen, denn sie werden in grofsen Massen gebildet und keimen bei Temperaturen zwischen 29—37° sehr schnell und zahlreich aus. Auf lebende Pflanzen wurde der Pilz erfolgreich an kleinen Wunden am Wurzelhals übertragen; ebenso liefsen sich Keimpflanzen leicht infizieren, wenn die Samen oder die Erde vorher mit Konidien besät waren. Van Hall hatte den Pilz als *Fusarium vasinfectum* Atk. var. *Pisi* bezeichnet; doch bleibt noch zu beweisen, ob er wirklich zu dieser, bisher nur auf Melonen, Baumwolle und Vigna gefundenen Art gehört, über die bereits S. 204 bei *Neocosmospora* einige Angaben gemacht worden sind.

Aufser dieser Krankheit kommen bei Leguminosen noch andere Welkekrankheiten vor, über die aber nähere Mitteilungen noch ausstehen. *Lupinus angustifolius, perennis* und *mutabilis* litten ebenfalls unter einem vorzeitigen Abwelken und zeigten auch anatomisch ähnliche Bilder, nur waren die Gefäfse stärker von den Pilzhyphen durchsetzt und gebräunt. In der Kultur wurden aufser Makro- und Mikrokonidien Chlamydosporen und Sklerotien gefunden. Ebenso tritt auf *Vicia Faba* ein Fusarium auf, das sich durch schwarze Streifen an den Stengeln und graphitschwarze, sich vergröfsernde Flecken auf den Blättern äufserlich kundtut. Sklerotien fehlten. Auch diese Krankheit ist nicht selten, obwohl über ihre Schädlichkeit noch nähere Mitteilungen ausstehen. Von dem Fusarium der Welkekrankheit der Lupinen ist ein anderes verschieden, das auf den Hülsen vorkommt und auch ins Innere eindringt, wo die Samen dann durch das Mycel dicht eingeschlossen und bisweilen zum Faulen gebracht werden. Die orangefarbenen Fusariumfruchtkörper, das Fehlen der Sklerotien und die Masse der Konidien unterscheiden es vom Pilz der Welkekrankheit; es ist vielmehr mit *F. roseum* Link var. *Lupini albi* Sacc. identisch. Als Bekämpfungsmittel für alle diese Leguminosenfusarien gibt Appel die Vernichtuug der kranken Pflanzen, die Vermeidung schlecht keimenden Saatgutes, das Verbrennen der Stoppeln befallener Felder und das Aussetzen des Leguminosenbaues auf mehrere Jahre an.

Die Ursache der Flachswelke und der Flachsmüdigkeit des Bodens ist nach H. L. Bolley[1]) das *F. Lini* Boll. Das Mycel des Pilzes lebt in den toten Flachspflanzen und bringt seine festen, blafsgelb-rötlichen Fruchtlager oberflächlich zur Ausbildung. Die Konidien

[1]) Flax wilt and flax sick soil in North Dacota Agric. Coll. Gov. Exp. Stat. Bull. 50, 1901.

besitzen die gewöhnliche, gekrümmte Gestalt und werden an kurzen Ästchen der Träger in grofser Menge produziert. Durch die Krankheit wird dem Flachsbau in Nordamerika ein sehr grofser Schaden zugefügt, da alle Pflanzen eines Feldes in kurzer Zeit absterben. Die hauptsächliche Verbreitung geschieht durch die an den Samen anhängenden Konidien, die nur durch eine sehr sorgfältige Reinigung des Saatgutes entfernt werden können. Gelangen sie mit der Saat in den Boden, so infizieren sie die jungen Pflanzen. Wenn Flachs mehrmals hintereinander auf so verseuchten Äckern angebaut wird, so gelingt es überhaupt nicht, ihn zur Reife zu bringen. Die Bekämpfung hat sich deshalb in erster Linie auf die Reinigung der Samen zu erstrecken und auf Unterbrechung des Flachsbaues auf demselben Boden. Daneben empfiehlt Bolley dichte und nicht zu tiefe Aussaat.

Der Ricinuskultur in Oberitalien kann *F. Ricini* (Bér.) Bizz. verderblich werden; doch ist bisher nichts Näheres über den Verlauf dieser Krankheit bekannt geworden.

Auf Solanaceen kommen mehrere Arten vor. So hat E. v. Oven [1]) auf Tomatenfrüchten eine epidemische Krankheit bei Berlin bebeoachtet, die in kurzer Zeit ganze Bestände zu vernichten vermochte. Die Tomaten zeigen zuerst sowohl im unreifen, als im reifen Zustande am ehemaligen Griffelende einen kleinen, schwarzen, etwas eingesunkenen Flecken, der sich bald vergröfsert und am Rande zu einer Erweichung des Fruchtfleisches führt. Die Früchte trocknen nach völliger Erweichung des Fruchtfleisches zu Mumien ein, während der schwarze Flecken hart und sichtbar blieb. Die Mumien färbten sich gelb und blieben teils hängen, teils fielen sie ab. An der Oberfläche finden sich kleine, gelbliche oder rosa gefärbte Lager, die aus typischen Fusariumkonidien bestehen. Im Innern der zerstörten Früchte werden auch Cephalosporiumkonidien gebildet sowie auch Chlamydosporen. In dem morphologischen Bau ähnelt die als *F. erubescens* Appel et v. Ov. bezeichnete Art sehr dem *F. vasinfectum* var. *Pisi*. Es war leicht, Reinkulturen des Pilzes zu gewinnen und sein Verhalten auf verschiedenen Substraten zu studieren. So bildete er auf Kartoffelscheiben Sklerotien, die vielleicht der Überwinterung dienen; auf Tomaten wurden sie bisher nicht beobachtet. Zwischen den Mycelfäden finden sich in Kulturen Konglomerate von amorphem kohlensauren Kalk. Ferner wurde Alkalibildung durch das Mycel beobachtet, während Zellulose nicht angegriffen wurde. Experimente mit lebenden Zellen zeigten, dafs das Mycel ein Enzym auszuscheiden vermag, das Plasmolyse und den Tod der Zellen herbeiführte. War dadurch schon der parasitäre Charakter des Pilzes erwiesen, so zeigten die Infektionsversuche, dafs er die Tomatenfrüchte anzugreifen vermag, wenn eine gesunde Frucht in enge Berührung mit Mycel kommt, oder wenn durch Verletzungen der Übertritt des Mycels erleichtert wird. Durch die gesunde Oberhaut vermag das Mycel nicht zu dringen. Als Folgeerscheinung trat häufig eine Bakterienfäule ein, die aber nach vielfachen Versuchen stets nur sekundär, niemals primär erfolgt. Zur Bekämpfung wird das Spritzen mit Bordeauxbrühe empfohlen, das aber sofort beim ersten Auftreten zu erfolgen hat.

Auf den Kartoffeln wurden mehrere Arten beobachtet, von

---

[1]) Über eine Fusarienerkrankung der Tomaten in Landwirtsch. Jahrb. XXXIV, 1905, S. 489.

denen als älteste das *F. Solani* (Mart.) Sacc. zu erwähnen sein würde. Der Pilz wurde bereits von v. MARTIUS als Ursache einer Erkrankung der Kartoffelknollen erkannt und in der Folgezeit, als die Untersuchungen sich auf die überhandnehmende Phytophthorafäule richteten, sehr häufig untersucht und abgebildet, so von HARTING, DE BARY, REINKE und BERTHOLD u. a. WEHMER [1]) hat dann diese Untersuchungen wieder aufgenommen und durch mehrfach modifizierte Versuche erwiesen, dafs der Pilz die Ursache einer typischen Trockenfäule der Kartoffelknollen werden kann. Die gesunden Knollen werden von Wunden oder Schnittflächen aus infiziert und das Mycel bewirkt totale Zerstörung der Gewebe. Auch durch die Berührung mit den Konidienpolstern vermag die Ansteckung vor sich zu gehen. Da zur Infektion keine allzu hohen Feuchtigkeitsgrade erforderlich sind, so findet die Zerstörung der Knollen auch im Acker und vor allem in den Mieten statt; nur wenn grofse Nässe hinzukommt, so tritt als Sekundärerscheinung auch Nafsfäule durch Bakterien ein. Das Gewebe der Knollen wird durch die intercellular wachsenden Hyphen aufgelockert und die einzelnen Zellen unter Bräunung abgetötet. Nach Lösung der Membranen finden sich dann in den Kartoffelmumien nur noch die Hyphen und die Stärke vor. An der Oberfläche der Knollen bilden sich die kreideweifsen Konidienpolster mit den Fusariumkonidien; aufserdem wurden auch Chlamydosporen beobachtet. FRANK [2]) hat bei seinen Untersuchungen über die verschiedenen Fäulen der Kartoffeln diese Resultate bestätigen können. Fast gleichzeitig mit WEHMER ist auch A. PIZZIGONI [3]) auf Grund ganz ähnlich angestellter Versuche zu demselben Resultat gekommen.

Eine zweite Krankheit hat SORAUER unter dem Namen Stengelfäule oder Schwarzbeinigkeit beschrieben. Die Blätter der herangewachsenen oder auch noch nicht völlig erwachsenen Pflanzen werden von unten an gelb und welken, bis dann die ganze Pflanze vertrocknet und umfällt. Als Ursache des Umfallens findet sich dicht über der Bodenoberfläche am Stengel ein schwarzer Flecken, in dem das Gewebe abgestorben und erweicht ist. In dem Rinden- und Markparenchym finden sich Pilzfäden, die nach aufsen mit kreideweifsen Lagern durchbrechen und Fusariumkonidien bilden. Während die Wurzeln anfangs gesund erscheinen, sterben sie später mit dem fortschreitenden Verwelken des Stengels ab; auch auf die Stolonen erstreckt sich dann die Krankheit. Als Ursache gibt SORAUER sein *F. pestis* an. Die Krankheit wurde nicht blofs in Deutschland, sondern auch in Belgien beobachtet, ist aber in vielen Punkten noch nicht genügend aufgeklärt.

Eine ähnliche Krankheit, die aber an den Knollen beginnt und sich dann erst auf die Stengel ausbreitet, haben SMITH und SWINGLE [4]) als *dry rot* der Kartoffel in Nordamerika näher beschrieben. Zuerst zeigt sich die Erkrankung am Wurzelsystem und geht dann in die Stengel über. Die Blätter der etwa fufshohen Pflanze werden heller in der Färbung und welken unter Bräunung und Einrollung der Ränder.

---

[1]) Untersuchungen über Kartoffelkrankheiten II, in Centralbl. f. Bakt. und Parasitenkunde, 2. Abt., III, 1897, S. 727 und Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XIV, 1896, S. 101.

[2]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XVI, 1898, S. 279.

[3]) Cancrena secca et umida delle patate in Nuov. Giorn. Bot. n. s. III, 1896, S. 50.

[4]) The dry rot of potatoes in U. S. Dept. of Agric. Bur. of Plant Industry. Bull. n. 55, 1904.

Die zuerst noch aufrechten Stengel fallen schliefslich um und liegen dem Boden auf. Im Wurzelsystem findet sich im Innern, besonders in der Rinde, ein Mycel, das aufsen die Teile mit weifsen, roten oder rosagefärbten Fäden überzieht. Die Knollen werden durch das Mycel ebenfalls ergriffen, und man findet in ihnen bis tief im Innern, namentlich in den Gefäfsbündeln, die Pilzfäden. Überhaupt ist die Bräunung der Gefäfsbündel der Knollen ein sehr charakteristisches anatomisches Merkmal, wodurch auf Schnitten die Krankheit sofort auch äufserlich zu erkennen ist. Bisweilen, wenn die Krankheit erst zur Zeit des Reifezustandes beginnt, kann das ganze Wurzelsystem zerstört sein, ohne dafs sich an den oberirdischen Teilen die charakteristischen Merkmale des Einrollens und Vertrocknens der Blätter zeigen. Bei Kulturen auf künstlichen Substraten wurden nicht blofs die Fusariumkonidien, sondern auch Cephalosporiumsporen, Chlamydosporen und Sklerotien gebildet. In betreff der mannigfachen Versuche über die Kulturbedingungen des Pilzes verweise ich auf das Original.

Die Autoren werfen die Frage auf, ob der von ihnen als *F. oxysporum* Schlecht. bezeichnete Pilz nicht identisch mit den oben beschriebenen und noch mit mehreren anderen, ebenfalls auf Kartoffeln angegebenen Arten ist, und sind geneigt, alle diese Pilze zu einer einzigen Art zu vereinigen, die dann den ältesten von ihnen gewählten Namen zu führen hätte. Man kann bei den verschiedenen Symptomen, welche die drei beschriebenen Krankheiten haben, zweifelhaft sein, ob man dieser Ansicht beipflichten soll; andererseits steht aber fest, dafs alle diese Pilze innerhalb weiter Grenzen äufserst variabel sind. In den Kulturen gewährt *F. oxysporum* je nach den äufseren Bedingungen ein sehr verschiedenes Aussehen, so dafs die Prüfung der Frage nach dem Wert der Kartoffelfusarien als getrennte Arten vorgenommen werden mufs. Man tut wohl am besten, bis durch Kultur und Impfung dieser Punkt geklärt ist, die Verschiedenheit der Krankheiten und ihrer Erreger noch aufrecht zu erhalten.

Endlich wären noch einige, ebenfalls nur unvollkommen bekannte Arten als Krankheitserreger bei Cucurbitaceen zu erwähnen. An Melonen findet sich an Stengeln, Blättern und Früchten das *F. aurantiacum* (Link) Sacc. Befällt der Pilz erst die reifenden Pflanzen, so richtet er keinen bedeutenden Schaden an, wohl aber, wenn die jungen Pflänzchen angegriffen werden. Empfohlen wird das Bespritzen mit Bordeauxbrühe. Auf Gurken- und Kürbispflanzen wird ein *F. niveum* angegeben, das von E. Smith als Varietät von *F. vasinfectum* (*Neocosmospora*) betrachtet wird.

Die Fusarienkrankheiten haben in den letzten Jahren das Interesse der Phytopathologen in erhöhtem Mafse erregt, weil sich viele bis dahin unerklärte Krankheiten auf Fusarien zurückführen lassen. Es steht deshalb zu erwarten, dafs die Forschungen der nächsten Zeit eine wünschenswerte Erweiterung unserer bisher sehr lückenhaften Kenntnisse bringen werden.

Unter den dunkelfarbigen Tuberculariaceen würde die Gattung *Exosporina* Oudem. zu erwähnen sein, die sich von *Exosporium* durch die einzelligen, dunkelgefärbten, reihenweise abgegliederten Konidien unterscheidet. Die einzige Art *E. Laricis* Oud. schädigte in Holland die Nadeln der Lärchen.

Als letzte Gattung käme endlich *Exosporium* Link in Betracht. Die Fruchtlager bilden gewölbte, feste, dunkelfarbige Polster, in denen

die einfachen Konidienträger dicht gedrängt nebeneinander stehen. Am Ende der Träger entstehen einzeln die länglichen, mehrzelligen Konidien. An Lindenzweigen ist das *E. Tiliae* Link sehr häufig; doch weifs man nicht, ob es auch parasitisch wächst. Dagegen berichtet A. v. Jaczewski[1]), dafs *E. juniperinum* (Ell.) Jacz. eine in Rufsland verbreitete Krankheit des Wachholders verursacht. Die Konidienlager finden sich immer auf den halbverwelkten Nadeln, besonders auf der Unterseite, während das Mycel sich bis in die Äste hinein verfolgen läfst. Da die Nadeln bald absterben und von den durch das Mycel befallenen Ästen nicht wieder ersetzt werden, so stirbt der Strauch schon nach wenigen Jahren ab. Die Krankheit kommt auch in Nordamerika vor.

Es unterliegt keinem Zweifel, dafs sich auch noch bei anderen Gattungen der Familie Parasiten finden werden; unsere Kenntnisse sind aber noch zu gering, um darüber Positives aussagen zu können. Überhaupt mufs immer wieder betont werden, dafs die hier gegebene Darstellung keineswegs vollständig sein kann. Ich habe mich bemüht, möglichst alles zusammenzutragen, habe aber naturgemäfs auf die Darstellung derjenigen Formen verzichten müssen, von denen bisher ein merkbarer Schaden nicht berichtet worden ist. Da man von allen Seiten beginnt, der Gruppe der Fungi imperfecti gröfsere Beachtung in bezug auf ihr Verhalten zur lebenden Pflanze zu schenken, so wird es unvermeidlich sein, dafs schon in wenigen Jahren die vorstehende Darstellung unvollständig und zum Teil den Tatsachen nicht entsprechend ist.

Sterile Mycelien.

Nachdem in dem vorstehenden Kapitel versucht worden ist, unsere Kenntnisse derjenigen Pilze, von denen Fruktifikationsorgane bekannt sind, zusammenzufassen, bleiben nun noch einige gut charakterisierte Formen übrig, von denen bisher nur das sterile Mycel aufgefunden wurde. Jede neue Untersuchung kann natürlich die fehlenden Fruchtformen aufdecken und die Einreihung der bisher aufserhalb des Systems stehenden Formen in bekannte Familien veranlassen.

Auf die isoliert stehenden Sklerotien wurde bereits bei der Darstellung der *Botrytis*- und *Sclerotinia*-Arten S. 308 hingewiesen, so dafs wir uns zunächst mit den unter dem Namen *Rhizoctonia* DC. zusammengefafsten Mycelien zu beschäftigen haben.

Am bekanntesten und am eingehendsten untersucht ist der Wurzeltöter der Luzerne, *Rh. violacea* Tul., oder, wie ihn früher de Candolle benannt hatte, *Rh. Medicaginis*. Auf den Luzernefeldern treten im Juni und Juli kreisförmige Fehlstellen auf, in denen die Pflanzen gelb und welk werden. Die Blätter der verfärbten Stengel vertrocknen und die Pflanzen sterben ab. Von irgendeiner schädigenden Ursache sieht man an den oberirdischen Organen nichts; sobald man aber die Pflanzen aus dem Boden zieht, so bemerkt man, dafs die Pfahlwurzel mit einem dichten, violetten Pilzgewebe umsponnen ist, das gewöhnlich auch den gröfsten Teil der feinen Faserwurzeln umgibt. Dadurch, dafs die Seitenwurzeln an der Spitze fortwachsen und das Mycel erst allmählich von der Basis her sie einspinnt, vertrocknet die Pflanze nicht auf einmal, sondern stirbt allmählich ab. Von den Mycel-

---

[1]) Über eine Pilzkrankheit auf dem Wachholder in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XI, 1901, S. 203.

überzügen gehen auch Fäden und Stränge in das benachbarte Erdreich und stecken die in der Nähe stehenden Pflanzen an. Die Wurzeln werden weich und welk und verfaulen unter vollständiger Vermorschung des Gewebes. An verschiedenen Stellen der Wurzeln zeigt der Überzug eine verschiedene Dicke; mit ihrer Oberhaut steht er in fester Verbindung. Meistens sind die Überzüge watteartig locker, doch liegen sie auch öfter dicht an. An der Berührungsfläche mit den Wurzeln findet man gewöhnlich kleine, violette, kegelförmige Wärzchen, aus denen kegelförmige Mycelstränge hervorgehen, die in das Innere der Wurzeln eindringen und ihre Fäden sich zwischen und in den Zellen ausbreiten lassen. Diese Funktion der Wärzchen hat E. PRILLIEUX[1]) gefunden; andere Autoren geben an, dafs sich daraus Perithecien entwickeln sollen. Während die Fäden des äufseren Mycels 4,5—9 μ dick sind und eine mäfsig dicke, violette Membran besitzen, zeigen die im Innern wachsenden Hyphen einen viel geringeren Durchmesser und sind farblos. Meistens sitzen sie im Rindengewebe. FUCKEL will nun gefunden haben, dafs die Wärzchen sich später zu Perithecien entwickeln und dafs aufserdem noch andere Nebenfruchtformen hierher zu ziehen sind. Er nennt den Perithecienpilz *Byssothecium circinans*, SACCARDO *Leptosphaeria*, WINTER endlich *Trematosphaeria*. Während nun die einen Beobachter, wie PRUNET[2]) und LÜSTNER[3]), die Zugehörigkeit zu dieser Schlauchform bestätigen, lehnen andere, wie WINTER und FRANK[4]) den Zusammenhang ab. Jedenfalls kann es bisher nicht als exakt bewiesen gelten, dafs die *Trematosphaeria* mit *Rhizoctonia* in Zusammenhang steht, und ich führe deshalb die verschiedenen Meinungen nur mit Vorbehalt an. Nun hat in neuester Zeit ROLFS eine neue Meinung über die Zugehörigkeit von *Rh. violacea*, die er mit *Rh. Solani* identifiziert, geäufsert[5]). Er zieht dazu *Corticium vagum* var. *Solani*, also einen Hymenomyceten. Es erscheint mir diese Ansicht noch durchaus als unbewiesen, vor allen Dingen dürfte die Basidienform eher zu den Hypochnaceen als zu Corticium zu stellen sein. Da das Mycel sich im Boden verbreitet, so kann gegen die sehr gefährliche Erkrankung nur durch Bodendesinfektion vorgegangen werden. PRUNET schlägt vor, die betroffenen Stellen durch einen Graben zu isolieren, dessen Wände mit Schwefel bestreut werden sollen, während die infizierte Stelle mit einer dicken Schicht Kalk bedeckt werden soll. Auf den erkrankten Stellen mufs der Luzernebau mehrere Jahre ausgesetzt werden. Der Luzernetöter ist in Europa sehr weit verbreitet und tritt häufig mit äufserster Heftigkeit auf; auch für Amerika ist sein Vorkommen wahrscheinlich gemacht worden.

Es kommen nun weiter auf vielen anderen Pflanzen ganz ähnliche Wurzeltöter vor, die von TULASNE alle unter einem Namen *Rh. violacea* zusammengefafst worden sind, da sie sich kaum durch morphologische Merkmale unterscheiden lassen. Andere Autoren machen besondere Arten daraus. Die Streitfrage, ob wir es wirklich mit verschiedenen

---

[1]) Compt. rend. CXIII, 1891, p. 1072.

[2]) Compt. rend. CXVII, 1893, p. 252.

[3]) Ber. d. Kgl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau zu Geisenheim 1902, S. 200.

[4]) Die Krankheiten der Pflanzen II, S. 515.

[5]) Vgl. GÜSSOW, Beitrag zur Kenntnis des Kartoffelgrindes. *Corticium vagum* B. et C. var. *Solani* Burt. in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVI, 1906, S. 135.

Pilzen zu tun haben, ist so lange müfsig, wie wir die zugehörigen Fruchtformen nicht kennen.

Auf den Zwiebelknollen des Safrans verursacht der Safrantod (*Rh. Crocorum* DC.) eine ganz ähnliche Erkrankung, die äufserlich ebenfalls an den kreisförmigen Fehlstellen zu erkennen ist. Das Mycel bildet zuerst auf der Innenseite der Zwiebelschale kleine, weifsflockige Häufchen, aus denen die Fäden sich ausbreiten und die Innenseite der Schale gleichmäfsig überziehen. Die Häufchen vergröfsern sich und nehmen fleischige Konsistenz an; zuletzt färbt sich das ganze Mycel violett, dringt in die inneren Zwiebelschalen ein und umgibt äufserlich die ganze Zwiebel mit einem dichten Mycelgeflecht. Die Zwiebel wird schliefslich bis auf die faserige Zwiebelschale zerstört. Die Mycelfäden wachsen auch hier durch den Boden zu den benachbarten Zwiebeln und dringen nach PRILLIEUX durch die Spaltöffnungen in das Gewebe der Schuppen ein. An den Mycelsträngen sowie auch an dem die Zwiebel umgebenden Mycelfilz entstehen häufig rundliche oder längliche Sklerotien. Die Krankheit richtet in Südfrankreich besonders, wo sie seit sehr langer Zeit bekannt ist, vielen Schaden an. Für die Bekämpfung empfehlen sich wohl auch nur Aussetzen der Safrankulturen und Desinfizierung des Bodens.

Auf verschiedenen Kleearten, Seradella, Möhren, Fenchel, Spargel, Schalotten und anderen Nutzkräutern kommt derselbe Mycelpilz unter ganz ähnlichen äufseren Erscheinungen vor und stiftet bisweilen grofsen Schaden. Weniger schädlich, aber weit verbreitet in Deutschland finden sich ähnliche Wurzelpilze auf den Zucker- und Futterrüben (Rotfäule) sowie auf den Kartoffelknollen. Die Mycelfäden sitzen zuerst äufserlich auf und dringen dann in das Innere ein, indem sie ein Verfaulen der Gewebe veranlassen.

Endlich wäre der Grind der Kartoffeln, oft auch Pocken genannt, zu erwähnen, der von KÜHN auf *Rh. Solani* zurückgeführt wird. SACCARDO zieht zwar diese Art auch zu *Rh. violacea*, aber dem äufseren Auftreten nach scheint sie doch davon verschieden zu sein. Auf der Oberfläche der Knollen treten stecknadelkopfgrofse oder etwas gröfsere, zuerst weifsliche und dann später dunkelbraune Wärzchen auf, die aus paraplektenchymatischem Gewebe bestehen, und von denen aus braune Mycelfäden auf der Schale hinkriechen. Der Wert der Kartoffeln wird durch den Pilz für Brennerei- und Futterzwecke nicht weiter herabgesetzt, für Speisezwecke ist eine Verminderung nur durch das Unansehnlichwerden des Äufseren bedingt. SORAUER hat zwar ein *Helminthosporium* auf diesen Pusteln gefunden, es scheint aber höchst zweifelhaft, ob es dazu gehört.

Ein bekannter anderer Mycelpilz ist der Schimmel der Vermehrungsbeete, auch kurz Vermehrungspilz genannt. Er findet sich in Stecklingskästen und Vermehrungshäusern, als feiner schleierartiger Bezug den Boden überziehend. Die Stecklinge gehen unter Schwarzfärbung ihrer Basis zugrunde. Die Fäden sind anfangs hyalin, septiert und bräunen sich später, indem die Wand sich gleichzeitig verdickt. Das Wachstum erfolgt in enorm schneller Weise, da das Mycel sich oft in einer einzigen Nacht über einen Kasten auszubreiten vermag. Nach den Untersuchungen SORAUER'S[1]) und ADERHOLD'S[2])

---

[1]) Der Vermehrungspilz in Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. IX, 1899, S. 321.

[2]) Über den Vermehrungspilz, sein Leben und seine Bekämpfung in Gartenflora XLVI, 1897, S. 114.

kommen gelegentlich Fäden vor, die sich in kugelige Gliederzellen zu zerteilen beginnen. Ob es richtig ist, sie als Moniliaketten zu bezeichnen, will ich dahingestellt sein lassen; nach den Abbildungen möchten sie besser als *Hormiscium-* oder *Torula*-Formen erklärt werden. An den Holzwandungen, zwischen Moos- und Pflanzenresten, finden sich winzige, schwarze oder braune Sklerotien, über deren Auskeimung bisher keine Versuche angestellt wurden. Sorauer bezeichnet den Pilz als fragliche *Sclerotinia*. Die Stecklinge erweisen sich als von Mycel durchzogen und das Parenchym ist zum Teil vom Pilze aufgezehrt. Als Vorbedingung für das Wachstum des Vermehrungspilzes mufs die stagnierende feuchte Luft in den Kästen oder Häusern gelten. Es würde also zur Verhütung der Erkrankung die ausreichende Durchlüftung des Hauses, soweit dies eben angängig ist, notwendig sein. Wenn der Pilz einmal vorhanden ist, so mufs die Holzwandung sorgfältig sterilisiert oder durch Zementwandung ersetzt werden und der Boden mufs erneuert und möglichst durch reinen Quarzsand, ohne jedes Moos oder andere Beimischungen, ersetzt werden. Sorauer hat auch die Bekämpfung durch Bestreuen des Bodens mit Kupferschwefelkalk versucht, aber der Erfolg ist insofern nur gering gewesen, weil nur eine dicke, immerfort zu erneuernde Schicht dieses Mittels das Hinüberwachsen des Mycels wie ein Schutzwall zu verhindern vermag.

Zweiter Abschnitt.

Parasitische Algen.

Die in den vorhergehenden Kapiteln besprochenen Pilze leiten sich aller Wahrscheinlichkeit nach phylogenetisch von den Algen ab, obgleich sich der nähere Anschlufs natürlich nicht mehr nachweisen, sondern höchstens noch wahrscheinlich machen läfst. Beide Klassen stellen in ihrer Lebensweise die vollkommensten Gegensätze dar, denn die mit Chlorophyll versehenen Algen vermögen Stärke aus anorganischen Stoffen zu bilden, während die Pilze auf bereits vorgebildete organische Stoffe angewiesen sind und keine Stärke bilden. Die Folge davon ist, dafs wir bei den Algen das selbständige Leben als Regel finden, dafs dagegen bei den Pilzen der Parasitismus sehr weit verbreitet ist, wie wir gesehen haben. Die gesamte Organisation der beiden Klassen pafst sich daher ihrer Lebensrichtung an, und auch ihre Fortpflanzung steht im völligen Einklang mit der äufseren Umgebung. Bei den Algen, als vorwiegende Wasserpflanzen, finden sich Schwärmsporen und ähnliche Fortpflanzungszellen, während die Pilze, wenn man von einigen wenigen Gruppen der Oomyceten, die oben näher behandelt sind, absieht, lediglich Fortpflanzungszellen besitzen, die der Verbreitung auf dem Lande durch den Wind angepafst sind. Näher kann hier auf diese Verhältnisse nicht eingegangen werden.

Was man gemeinhin unter Algen zusammenfafst, das sind sehr heterogene Gruppen von Organismen, über deren Zusammenhang wir uns noch durchaus unklar sind. Man trennt jetzt die Cyanophyceen oder Spaltalgen (Schizophyceen) von den echten Algen ab. Bei den ersteren ist der grüne Farbstoff gleichmäfsig im Plasma verteilt und wird durch einen anderen, das Phykocyan, verdeckt. Erst beim Absterben der Zelle oder beim Herauslösen des blaugrünen Phykocyans tritt das Chlorophyllgrün hervor. Geschlechtliche Fortpflanzung fehlt; die Vermehrung findet lediglich durch Zellteilung statt. Zellkerne sind bisher nicht nachgewiesen. Die Cyanophyceen bieten deshalb eine unverkennbare Ähnlichkeit mit den Schizomyceten dar, mit denen zusammen sie gewöhnlich als Schizophyten oder Spaltpflanzen zusammengefafst werden. Wir wenden uns zuerst dieser Abteilung zu.

Cyanophyceen.

Die hier zu erwähnenden Arten gehören den verschiedensten Familien an, haben aber alle die erwähnte blaugrüne Färbung gemeinsam. Echte Parasiten, welche Zerstörungen der Pflanzensubstanz ver-

anlassen, finden sich nicht: dagegen verursachen recht viele indirekte Schädigungen nach Art der blattbewohnenden Rufstaupilze. Der Untersuchung dieser für die Gewächshäuser wichtigen Verhältnisse ist eine Arbeit von A. MAURIZIO[1]) gewidmet, die sich hauptsächlich mit der Wirkung der epiphyllen Formen auf das Blatt beschäftigt. In den Warmhäusern finden sich Cyanophyceen und auch echte Grünalgen in grofser Menge stets vor, namentlich bevorzugen sie alle feuchten Substrate, wie Koksschichten, Tuff, die Ränder der Wasserbassins usf. und gelangen von da aus auch auf die Blätter, auf denen sie oft dichte grüne oder gelbgrüne Decken bilden. Die Zusammensetzung dieser Vegetation ist durchaus nicht gleich, sondern hängt von äufseren Umständen ab, die wir nicht genauer kennen; viele mögen auch mit den eingeführten Pflanzen eingeschleppt werden, denn es kommen keineswegs nur einheimische Formen vor. So finden sich auf den verschiedensten Pflanzen die Cyanophyceen: *Hypheothrix coriacea* Kg. und *Zenkeri* Kg., *Tolypothrix aegagrophila* Kg., *Scytonema Julianum* Menegh. und *Hofmanni* Ag., *Gloeocapsa fenestralis* Kg., *Aphanocapsa pulchra* Rabh., *Oscillatoria*-Arten, *Chroococcus helveticus* Naeg. und viele andere, daneben von echten Grünalgen: *Trentepohlia*-Arten, *Protococcus*, *Cystococcus*, Confervoideen usw. Alle diese Arten schädigen nur in indirekter Weise, und zwar in viel höherem Mafse die Pflanzen mit zarter, unverdickter Oberhaut als solche mit stark cuticularisierter und dabei mehrschichtiger Epidermis (Lederblätter). Am verderblichsten werden die Algendecken den zarten Blättchen von *Adiantum capillus Veneris*, bei denen die Spreiten der Blätter sich einrollen und bräunen, bis zuletzt ganze Wedel absterben. Bei *Nephrolepis exaltata* drangen von den Überzügen auch einzelne Kolonien in die Atemhöhlen der Spaltöffnungen ein und trieben die Schliefszellen auseinander. Aufser den Farnen leiden auch besonders Begonien, die mit ihren Epidermispapillen die Algen geradezu fangen und festhalten. Überhaupt können alle diejenigen Blätter, welche durch Unebenheiten die Ansiedlung der Decken begünstigen, sehr grofsen Schaden erleiden. Viel geringer werden die Schäden bei festen, grofsen Blättern mit verdickten Epidermisschichten. Zwar können auch hier die Algenrasen in die Spaltöffnungen eindringen und sie verstopfen, aber das Blatt selbst erleidet davon keine merkliche Beeinträchtigung seines Wachstums; manche gut ausgerüsteten Blätter, wie die von *Aechmea*, *Ficus* u. a., werden überhaupt nicht geschädigt.

Neben diesen rein mechanischen Einwirkungen ist aber auch die Herabsetzung der Assimilation und Transpiration durch die Überzüge zu berücksichtigen, namentlich macht sich das bei ungeschützten Blättern geltend, während die lederartigen meist keinerlei Beeinträchtigung erfahren. Allerdings ist zu bedenken, dafs ja im Warmhause häufig die Pflanzen unter schwächenden äufseren Bedingungen stehen; in solchem Falle ist es keineswegs verwunderlich, wenn Schädigungen auch bei gut geschützten Blättern bisweilen festgestellt werden. Gegenmittel werden sich nur schwer anwenden lassen. Durch Abspritzen oder Abwischen der Blätter kann von Zeit zu Zeit eine Reinigung stattfinden, aber bei zarteren Pflanzen ist das natürlich nicht angängig; infolgedessen könnte man höchstens die Ansiedlung der Arten im

[1]) Wirkung der Algendecken auf Gewächshauspflanzen in Flora LXXXVI, 1899. S. 113. Hier die einschlägige Literatur.

Gewächshause selbst zu verhindern suchen, indem man Tuff, Koks oder ähnliche Materialien vermeidet. Erfahrungen über derartige Vorkehrungen liegen bisher noch nicht vor. Es würde verkehrt sein, wenn man von der Wirkung dieser epiphyllen Algen im Gewächshause etwa auf die im tropischen Regenwalde schliefsen wollte; die Bedingungen sind doch wesentlich andere und Schädigungen werden deshalb in den Tropen schwerlich in bemerkbarem Mafse auftreten.

Zu nennen wären noch einige Nostocaceen, welche im Innern lebender Pflanzen wachsen, aber wohl eher als Raumparasiten wie als echte Parasiten aufzufassen sind. Die Nostockolonien bestehen aus durcheinander gewirrten Fäden, die von blaugrünen, tonnenförmigen Zellen gebildet werden. Die Grenzzellen stehen interkalar und unterscheiden sich von den gewöhnlichen vegetativen Zellen durch ihre Gröfse und hellere Färbung; an jungen Fäden befinden sie sich terminal. Dauerzellen kommen vor, doch wohl schwerlich bei den hier in Betracht kommenden Arten. *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Har. (= *N. Gunnerae* Reinke) lebt im Stamme von *Gunnera*-Arten. Diese zu den Halorrhagidaceen gehörige Gattung besitzt im Stamme Schleimdrüsen, die im ausgebildeten Zustande nur von der Epidermis bedeckt werden. Wenn die Schleimabsonderung im Gange ist, so wird die Epidermisschicht abgehoben, und nun dringen die Nostocfäden in das Innere ein. Zuerst finden sie sich nur in den durch die Verschleimung der Drüsenzellen gebildeten Höhlungen, später dringen sie dann durch die Intercellularräume ins Parenchym vor, wo sie einzelne Zellen auflösen und die dort lagernde Stärke verbrauchen. Wenn dann die Drüsen ihre Tätigkeit einstellen und vom Parenchym wieder geschlossen werden, so bleiben die Kolonien des *Nostoc* im Grundgewebe liegen und treten auf Querschnitten des Stammes als kleine blaugrüne Punkte hervor. Der Stamm von *Gunnera* ist nur wenig über der Erde erhoben, infolgedessen wird es den Nostockolonien, welche sonst frei in der Erde leben, nicht schwer, in die Pflanze einzudringen. Trotzdem hier Zellen zerstört und ausgesaugt werden, findet keine Schädigung der Pflanze statt. Ebensowenig verbreiten sich die Kolonien auf andere Teile der Pflanzen, die Blattstiele und Blätter zeigen sich stets frei von Algen. Andererseits ist *Gunnera* nicht etwa auf die Algen angewiesen, denn sie läfst sich auch ohne dieselben kultivieren und gedeiht nicht minder gut als mit den Einwohnern.

Mit dieser Nostocart oder mit *N. commune* Vauch. wird *N. Cycadearum* Reinke identifiziert, von der die Seitenwurzeln von Cycadeen befallen werden (Fig. 60, *1*). An der Pfahlwurzel der jungen Cycadeenpflanzen entspringen unmittelbar oder an kurzen Seitenwurzeln gabelig gestaltete Äste, die sich wieder gabelig verzweigen und zuletzt häufig dichte Konglomerate bilden, die äufserlich kleineren Wurzelanschwellungen von Alnus nicht unähnlich sehen. Macht man Querschnitte durch solche Gabeläste, so findet man häufig, aber durchaus nicht immer, einen schmalen blaugrünen Ring innerhalb der Rinde, der von den Nostoczellen gebildet wird. Auf Längsschnitten sieht man, dafs sich dieser Zylindermantel nicht über den Vegetationspunkt hinüberwölbt, sondern unterhalb desselben endigt. Die Ringform, in der die Algen lagern, wird von der Wurzel in ganz bestimmter Weise vorgebildet. Aus den normalen Parenchymzellen werden nämlich radiär gestreckte Parenchymzellen, die zwischen sich weite Intercellularräume lassen, in denen die Kolonien der Algen vegetieren. Ob die Alge an

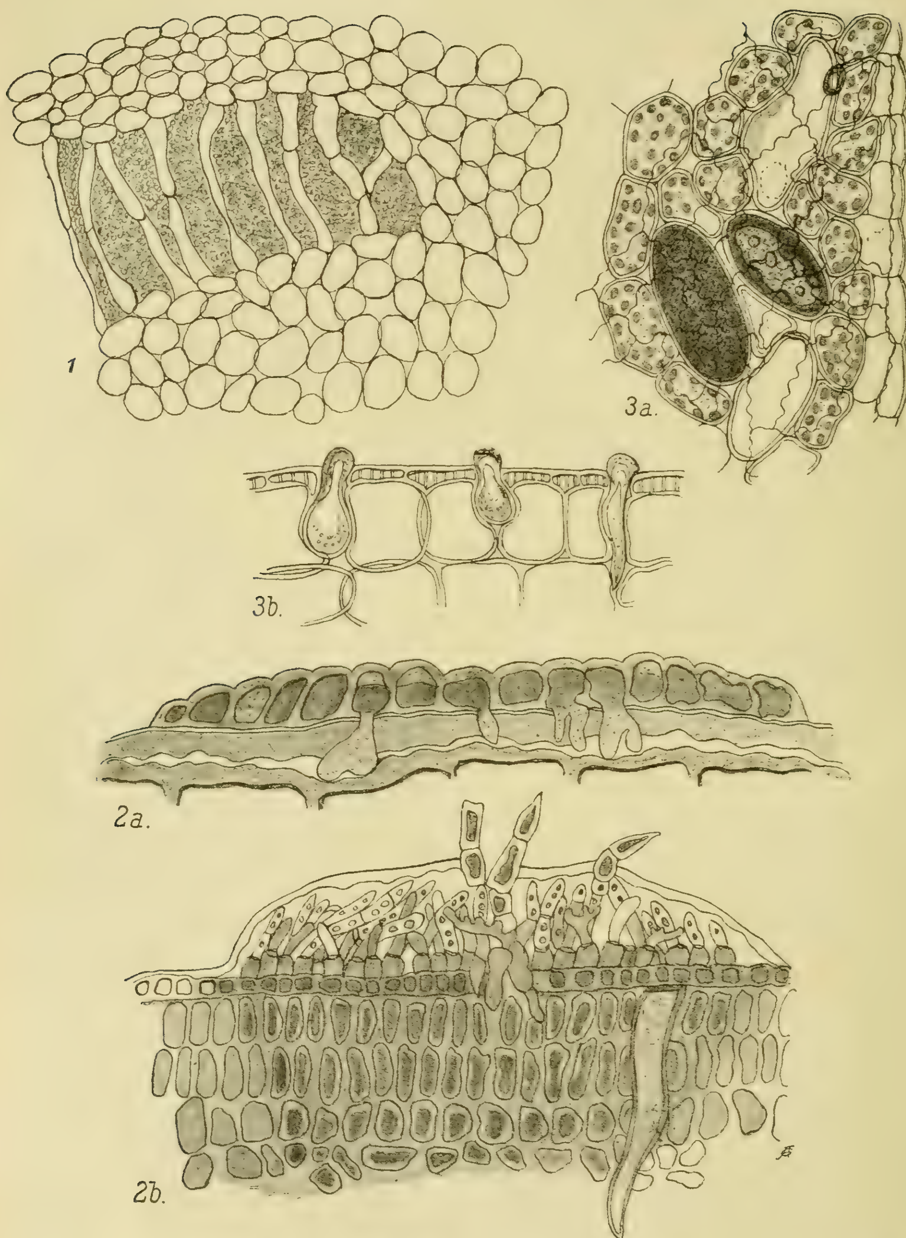


Fig. 60. *1 Anabaena Cycadearum* Rke. Querschnitt durch eine Cycaswurzel mit den gestreckten Zellen und den in den Intercellularen liegenden Nostockolonien. *2 Mycoidea parasitica* Cunn. auf *Camellia japonica* im Querschnitt; *a* junger Thallus mit eindringenden Rhizoiden, *b* älterer Thallus mit Rhizoiden und Haarbildungen an der Oberseite. *3 Chlorochytrium Lemnae* Cohn in *Lemna trisulca*; *a* Reife und geleerte Sporangien im Gewebe, *b* keimende Sporen dringen durch die Epidermis. Alles stark vergröfsert. (*1* nach v. Tubeuf, *2* nach Cunningham, *3 a* nach Klebs, *3 b* nach Cohn.)

gelegentlichen Wundstellen oder zu den jüngsten Intercellularspalten der Wurzelrinde eindringt, ist ungewifs; sicher ist dagegen, dafs die Kolonien später von der Aufsenwelt vollständig abgeschlossen sind und deshalb von der Wurzel ernährt werden müssen. Auch diese Erscheinung können wir nicht ohne weiteres dem Parasitismus subsumieren, denn eine Schädigung der Pflanze findet durchaus nicht statt.

Kurz erwähnt sei das Vorkommen von *N. lichenoides* in den Schleimhöhlen des Lebermooses *Anthoceros laevis* und von *Anabaena Azollae* Strasb., die sich regelmäfsig in den Höhlungen der fleischigen Schwimmblätter von *Azolla*-Arten findet. Bei Lebermoosen treten ähnliche Formen nicht selten in natürlichen Höhlungen auf. Über die biologische Bedeutung dieser merkwürdigen Anpassungserscheinungen herrscht keineswegs die gleiche Meinung bei den Untersuchern, und wir können deshalb um so eher auf eine eingehende Darstellung verzichten, weil keine Kulturpflanzen in Betracht kommen.

Chlorophyceen.

Wie schon der Name besagt, ist die Farbe der Zellen eine rein grüne; kein Farbstoff überdeckt das grüne Chlorophyll, das in den meisten Fällen an bestimmt geformte Plasmakörper, die Chlorophyllkörper, wie bei den höheren Pflanzen, gebunden erscheint. Auf die systematische Gliederung gehe ich nicht ein, da nur wenige Vertreter aus weit entfernten Gruppen als Parasiten nachgewiesen worden sind. Von den einzelligen Formen, die als Protococcales zusammengefafst werden, wäre die Gattung *Chlorochytrium* Cohn zu erwähnen. Man fafst diese und noch eine Anzahl endophyter Gattungen als Endosphaereae zusammen.

Am besten ist *Ch. Lemnae* Cohn bekannt, das in *Lemna trisulca* wohnt (Fig. 60, *2*). Die ovalen Zellen besitzen ein allseitig wandständiges Chromatophor, das mit vorspringenden Leisten oder Stäben versehen ist. Zur Fortpflanzung teilt sich der Inhalt einer Zelle in viele Partieen, aus denen entweder gewöhnliche Zygozoosporen oder Gameten werden (*Ch. Lemnae* bildet nur letztere). Die Gameten treten aus der Mutterzelle aus und bleiben in einer Gallertmasse eingehüllt, bis die Kopulation von je zwei Gameten miteinander erfolgt ist. Die Zygozoosporen schwärmen mit vier Cilien eine Zeitlang, umgeben sich dann mit einer Membran und dringen mit Hilfe eines Keimsackes in das Gewebe an diejenigen Stellen ein, wo zwei Epidermiszellen zusammenstofsen. Der ganze Inhalt der Zelle wird in das eingesenkte Zellstück entleert, und aufserhalb bleibt nur ein kleiner, aus einer verdickten Membran bestehender Zellknopf übrig. Im Intercellularraum liegend wächst darauf die Zelle zu ihrer definitiven Gröfse heran und bildet dann Gameten. Nachdem im Sommer mehrere Gametengenerationen aufeinandergefolgt sind, bilden sich die Zellen beim Absterben der Lemna zu Dauerzellen um, die erst im Frühjahr wieder ihre Lebenstätigkeit beginnen. Eine zweite Art ist *Ch. Knyanum* Kirchn. mit ausschliefslicher Zoosporenbildung. Die Schwärmer dringen wahrscheinlich nur zu den Spaltöffnungen ein. Die Pflanze kommt in *Lemna*-Arten, *Elodea, Ceratophyllum* vor. Die übrigen Arten können wir hier übergehen. Allen ist gemeinsam, dafs sie die Nährpflanzen nicht schädigen, und dafs sie daher nur als Raumparasiten betrachtet werden können.

Eine ähnliche Entwicklung haben verwandte Gattungen, wie *Endosphaera* Klebs, *Scotinosphaera* Klebs, *Dicranochaete* Hieron. u. a.; sie leben ebenfalls in Wasserpflanzen als Raumparasiten, beanspruchen aber keine Bedeutung weiter. Erwähnenswert ist dagegen *Phyllobium dimorphum* Klebs, das in lebenden, bisweilen auch abgestorbenen Blättern von *Lysimachia Nummularia, Ajuga reptans, Chlora, Erythraea* vorkommt. Die mit nur zwei Cilien versehenen Zygozoosporen dringen zu den Spaltöffnungen ein und bilden im Blattinnern unregelmäſsig geformte Zellen, die auch zu langen Schläuchen auswachsen können. Vielfach dringen diese in die Gefäſsbündel ein und folgen dem Verlaufe der Spiralzellen. Diese Alge scheint eine gewisse Alteration der Nährpflanze zu veranlassen, da die befallenen Teile etwas bleicher aussehen als die algenfreien; doch kann man von wirklichem Parasitismus auch hier wohl schwerlich sprechen.

Aus der Gruppe der Confervales werden einige Entophyten aus den Gattungen *Endoclonium*, *Entoderma*, *Trentepohlia* etc. angegeben, wichtiger ist aber nur *Mycoidea* Cunn. mit den Arten *M. parasitica* Cunn. [1]) (Fig. 60, *2)* und *M. flabelligera* (de Toni) Wille. Die Alge besteht aus einem einschichtigen, scheibenförmigen Thallus, der im Alter am Rande gelappt und oberseits mit unverzweigten, mehrzelligen Haaren versehen ist. Unterseitig trägt die Scheibe verzweigte, einzellige Rhizoiden. Diese Alge wächst in Blättern sehr vieler tropischer Pflanzen (z. B. auch von *Thea*, *Citrus*, *Rhododendron* etc.), namentlich von solchen mit dicken, lederigen Blättern, zwischen Cuticula und Epidermis. Durch das Wachstum wird die Cuticula schlieſslich gesprengt, und auch durch die Epidermis können einzelne Rhizoiden, allerdings in Ausnahmefällen, ins Innere dringen; eine Durchwucherung des Parenchyms findet aber niemals statt. Einzelne Zellen, welche über den Thallus emporragen, bilden sich zu Zoosporangien um; in ihnen werden mit zwei Cilien versehene Zoosporen gebildet, die meist durch einen Längsspalt des Zoosporangiums austreten. Die Zoosporen dringen in die Cuticula ein und wachsen zu einem neuen Thallus aus. Hier scheint nun ein wirklicher Fall von Parasitismus vorzuliegen, denn die von den Thallusscheiben bedeckten Blatteile sterben ab und fallen zuletzt aus. Wenn auch damit keine Schädigung der Pflanze selbst verbunden ist, so können dadurch doch einzelne Blätter zum Absterben gebracht werden. *Mycoidea* gibt häufig die Nähralge von epiphyllen Flechten ab, über die im folgenden Kapitel noch einiges zu sagen ist.

Von besonderer Bedeutung ist für den indischen Teebau der *red rust*, der von *Cephaleuros virescens* Kunze verursacht wird. Die Alge gehört wohl ebenfalls in die Gattung *Mycoidea* und dürfte mit *M. parasitica* sehr nahe verwandt sein. Ob die indischen Exemplare mit den Kunzeschen aus Surinam stammenden Pflanzen überhaupt identisch sind, mag dahingestellt bleiben. Auf den Blättern der Teepflanze bildet die Alge gelbrote, runde Flecken, deren Bau von denen der *Mycoidea* nicht abweicht. Sie beschränkt sich aber nicht bloſs auf die Blätter, sondern geht auch auf die Zweige über, wohin sie durch die Zoosporen gebracht wird. Bei kräftigem Wachstum der Schosse vermag die Alge keinen Schaden anzurichten; ist dagegen aus irgendwelchen Gründen

---

[1]) Vergl. Cunningham, On Mycoidea parasitica in Trans. Linn. Soc. London, 2 ser. I, 1879, S. 301; ferner Karsten, Untersuchungen über die Familie der Chroolepideen in Ann. Jard. Buitenzorg. X, 1901, S. 1. Letzterer Autor nennt die Art *Cephaleuros Mycoidea*.

das Wachstum bereits verlangsamt, so dringt sie schnell in die Gewebe ein und tötet die Zweige ab. Als Bekämpfungsmittel empfehlen MANN und HUTCHINSON [1]) das Spritzen mit Bordeauxbrühe und eine solche Bearbeitung der Plantagen, dafs die Pflanzen möglichst gekräftigt werden, damit sie dem Angriff des Schmarotzers Widerstand zu bieten vermögen.

Von den Siphonales käme die von KÜHN [2]) näher untersuchte Gattung *Phyllosiphon* mit der Art *P. Arisari* Kühn in Betracht. Die Nährpflanze *Arisarum vulgare* zeigt auf ihren Blättern und Blattstielen sich vergröfsernde, bleiche Flecken. Jeder Flecken entspricht einem Algenindividuum, das mit seinem reich verzweigten Fadensystem die Interzellularräume ausfüllt und das Chlorophyll der Parenchymzellen verschwinden läfst. Obwohl das Chlorophyll durch Öl ersetzt wird, bleiben die Zellen doch turgeszent, bis die Sporenbildung vollendet ist. Die Alge selbst besteht aus reich verzweigten Fäden, die keinerlei Scheidewandbildung besitzen. Fast der ganze Thallus ist fähig, ovale Aplanosporen zu bilden, die in dicht gedrängten Massen die Fäden erfüllen. Dabei findet keineswegs eine Abgrenzung zwischen dem vegetativen und fruktifikativen Teile des Thallus statt. Die Entleerung der Sporen erfolgt so, dafs ein unter einer Spaltöffnung befindlicher Thallusast aufplatzt, wodurch die Sporen in feinem Strahl ausgeprefst werden. Jede Spore ist sofort keimfähig und produziert einen neuen Thallus. Bisher ist der Parasit nur in Italien und Südfrankreich beobachtet worden. Wahrscheinlich gelangen am Ende der Vegetationsperiode die Sporen mit den absterbenden Pflanzenteilen in die Erde, aber es ist bisher noch nicht gelungen, die Dauerzustände oder andere Fruchtformen nachzuweisen, ebensowenig wie man bisher Genaueres über die Neuinfektion der Pflanze im Frühjahr festgestellt hat.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dafs in den Klassen der Braun- und Rotalgen zahlreiche parasitische Arten vorhanden sind, die aber ausschliefslich auf Meeresalgen vorkommen und deshalb für unsere Zwecke keine Bedeutung beanspruchen.

---

[1]) *Cephaleuros virescens* Kunze, The red rust of tea in Mem. of the Dep. of Agric. in India. I n. 6, 1907.

[2]) Über eine neue parasitische Alge, *Phyllosiphon Arisari* in Sitzungsber. der naturf. Ges. Halle für 1878 (1879).

Dritter Abschnitt.

Flechten.

Noch vor wenigen Jahrzehnten galten die Flechten für eine mit den Pilzen und Algen gleichwertige Klasse der Thallophyten, bis durch die bahnbrechenden Untersuchungen SCHWENDENERS bewiesen wurde, dafs der Flechtenorganismus aus einem farblosen Teile, der den Pilzen zuzurechnen ist, und aus einem durch Chlorophyll gefärbten besteht, dessen Zugehörigkeit zu den Algen erwiesen wurde. Der Beweis für die komplexe Natur der Flechten liefs sich nun nicht blofs durch eingehende anatomische Analyse des Thallus führen, sondern auch durch die Synthese. Nachdem man zuerst (BORNET, FAMINTZIN etc.) gezeigt hatte, dafs die aus dem Thallus isolierten Algen ein selbständiges Leben zu führen vermögen, gelang es auch nach Ausarbeitung geeigneter Kulturmethoden die Flechtenpilze ohne Algen künstlich zu ziehen (MÖLLER). Dadurch war aber bewiesen, dafs beide Komponenten unabhängig voneinander existieren können und die künstliche Erzeugung von Flechten, indem man die Algen mit den keimenden Flechtensporen besäte, vollendete dann den Beweis und erhob die anfänglich so hart bekämpfte Flechtenhypothese zu einer unumstöfslichen Tatsache. Es wurde dann mit Erfolg versucht, die flechtenbildenden Algen mit freilebenden zu identifizieren; weniger glücklich dagegen war man in der Aufdeckung der Verwandtschaftsverhältnisse der Flechtenpilze. Bisher ist es, wenn wir von dem Nachweise, dafs derselbe Pilz die Basidiolichene *Cora* und ein *Stereum* zu bilden vermag, absehen, noch in keinem einzigen Falle gelungen, einen freilebenden Pilz mit einem Flechtenbildner zu identifizieren. Dagegen wissen wir wenigstens von einigen Flechtengruppen, mit welchen Abteilungen der Ascomyceten sie am nächsten verwandt sind.

Von grofser Wichtigkeit ist nun die Frage, in welchem Verhältnis die beiden Komponenten des Flechtenthallus zueinander stehen. SCHWENDENER vertrat von vornherein die Meinung, dafs der Pilz ein Parasit auf der Alge sei, aber DE BARY sah das Verhältnis beider als Symbiose an. Er — und in der Folgezeit bis heute die meisten anderen Forscher — nahm an, dafs die Alge den Pilz mit organischen Stoffen, die durch die Assimilation erzeugt werden, versorgt, während dafür der Pilz die nötige Feuchtigkeit, Schutz und vielleicht auch anorganische Salze liefern sollte. Gewifs hat diese Anschauung etwas Bestechendes für sich, wenn man bedenkt, dafs die Flechten an Orten zu wachsen vermögen, an denen die Komponenten einzeln zugrunde gehen würden. Die beiden so grundverschiedenen Organismen müssen

also ausgezeichnet aufeinander angepafst sein. Indessen vollzieht sich in neuerer Zeit ein allmählicher Umschwung, der dazu geführt hat, dafs die Idee SCHWENDENERS wieder zur Geltung gekommen ist. Die Tatsachen, dafs die Algen niemals zur fruktifikativen Fortpflanzung kommen, und dafs sich im Thallus aufserordentlich viele abgestorbene Algenzellen finden, zeigen doch deutlich, dafs der Pilz der Alge bedeutenden Schaden zufügt. Es kann sich daher keineswegs um eine für beide Teile gleich vorteilhafte Symbiose handeln, sondern lediglich um eine Art von Parasitismus. ELENKIN hat dafür neuerdings den Namen Endosaprophytismus vorgeschlagen. Meiner Überzeugung nach läfst sich ein endgültiges Urteil über das Verhältnis beider Komponenten zueinander noch nicht abgeben; fest steht für mich nur, dafs die Anschauung von der mutualistischen Symbiose nicht aufrecht zu erhalten ist, denn dagegen spricht die klare anatomische Tatsache vom Absterben der Flechtengonidien. Aber andererseits läfst die blofse anatomische Untersuchung noch keinen Schlufs auf die Lebensäufserungen und auf die physiologischen Leistungen der Organismen

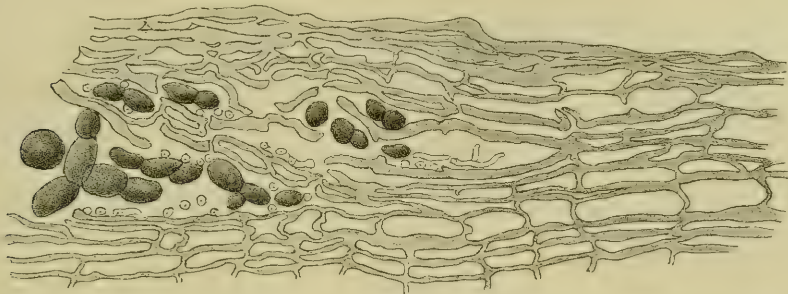


Fig. 61. Algen und Hyphen des Thallus von *Arthonia radiata* im Periderm des Haselnufsstrauches. (Nach LINDAU.)

zu; in grofsen Zügen mögen also die Tatsachen feststehen, in Einzelheiten wissen wir so wenig, wie vor nunmehr vierzig Jahren bei dem Beginn des Kampfes um die Auffassung des Flechtenorganismus.

Über die Organisation der Flechten können wir nur wenige Bemerkungen geben, da ausführlichere Erörterungen über den Bau und die systematische Anordnung zu weit führen würden. Die Flechtenalgen oder Gonidien finden sich entweder im gesamten Thallus regellos zerstreut (homoeomer), oder sie sind auf eine bestimmte Thalluszone beschränkt (heteromer), die unterhalb der oberen Rindenschicht liegt. In den weitaus meisten Fällen bestimmt der Pilz die äufsere Form. Bei den höher organisierten Flechten kann man einen zentralen Bau unterscheiden, wenn der Thallus sich senkrecht vom Substrat abhebt oder einen dorsiventralen, wenn er ihm anliegt. Im ersteren Falle finden wir zumeist einen Markzylinder, der verschieden gebaut sein kann, je nach seiner mechanischen Inanspruchnahme, um ihn herum die Gonidienschicht und aufsen die Rindenschicht. Bei den dorsiventral gebauten Formen liegt oben stets die Rindenschicht, unter ihr die Gonidienschicht und unter dieser das Mark; eine untere Rindenschicht ist häufig vorhanden, kann aber auch fehlen. Bei vielen Formen dieses Typus gehen von der Unterseite Haftfasern aus, die zur Befestigung auf dem Substrate und wahrscheinlich auch zur Aufnahme von Nahrungsstoffen

dienen. Bei den sogenannten Krustenflechten kommt ein einheitlicher Thallus nicht mehr zustande, sondern der Thallus löst sich in einzelne Schüppchen auf, die aber doch durch eine Art Randwachstum den Eindruck eines einheitlichen Individuums machen. Solange die Schuppen auf der Oberfläche des Substrates wachsen, zeigen sie gewöhnlich auch den regulären dorsiventralen Bau, sobald sie aber in die Rinde eindringen (hypophloeodisch), findet eine völlige Auflösung der einzelnen Schichten statt. Wir finden dann zwischen den Peridermschichten die Hyphen bis tief hinabgehend, während die Algen in ganz unregelmäfsiger Verteilung sich auf die oberen Lagen beschränken und nur selten tiefer angetroffen werden (vgl. Fig. 61).

Während die Algen sich im Thallus nur durch Teilung vermehren, besorgt der Pilz die Fortpflanzung allein. Wir treffen bei den Ascolichenen als Hauptfruchtformen Peri- und Apothecien in der uns bereits bekannten Ausbildung, nur dafs meistens im Gehäuse noch Gonidien zerstreut liegen. Als vegetative Fortpflanzungsformen kommen Soredien und Isidien in Betracht (die nur einmal bei den Calicieen beobachteten Oidien übergehe ich). Unter Soredien versteht man kleine Konglomerate aus wenigen Algenzellen und Pilzfäden. Sie entstehen als Zerfallprodukte von bestimmten Thalluspartien (Sorale) und finden sich oft in so grofsen Mengen, dafs die Thallusoberfläche dadurch vollständig staubig aufgelöst wird. Die Isidienbildung läfst die Thallusoberfläche in allerlei Wärzchen, Säulchen, Schüppchen usw. auswachsen, die sich aber nicht öffnen. Wenn die Soredien oder die Wärzchen der Isidien von der Flechte sich trennen und anderswo anfliegen, so geben sie einem neuen Thallus den Ursprung. Auf die Bedeutung dieser Vermehrungsarten kann hier nicht näher eingegangen werden, zumal die Anschauungen darüber noch nicht geklärt sind.

Allgemein wird behauptet, dafs das Flechtenwachstum die Bäume schädigt, und es wurden deshalb schon von älteren Forschern, z. B. Gleditsch, Untersuchungen darüber angestellt, worin die Schädlichkeit beruhe. Die Forstleute, die natürlich die ganze Frage am meisten angeht, haben sich vielfach damit beschäftigt, aber als vollständig gelöst kann sie auch heute noch nicht gelten. Wir finden häufig bei Obstbäumen den Stamm und einen Teil der Äste vollständig von Flechten eingehüllt; noch auffälliger bemerkbar wird dies bei forstlich kultivierten Bäumen, z. B. Kiefern, Fichten, Birken, Eichen usw. Die jungen Stämmchen werden bisweilen bis hoch hinauf von einem dichten Mantel eingehüllt, der auch auf alle Zweige übergreift. Obwohl eine Schädigung nicht in jedem Falle zu bemerken ist, so findet man doch häufig Äste, die nur noch an der äufsersten Spitze lebende Nadeln oder Blättchen tragen und im Jahre darauf ganz eingehüllt werden und absterben. Oft fallen ganze Schonungen dem Flechtenwachstum zum Opfer.

Die Arten, die man am häufigsten findet, wechseln je nach der Lokalität. An Obstbäumen wachsen meist *Parmelia*-Arten, *Lecanora subfusca, Ramalina* und *Evernia;* an den Nadelhölzern kommen fast ausschliefslich *Parmelia physodes* und *Evernia furfuracea* vor, an Laubbäumen namentlich im Gebirge *Parmelia saxatilis* und *physodes, Ramalina*-Arten, *Usnea. Alectoria, Platysma* u. a.

Dafs also Schäden vorhanden sind, kann nicht geleugnet werden, aber wie kommen sie zustande? Nach meinen Untersuchungen[1])

---

[1]) G. Lindau, Lichenologische Untersuchungen I. Dresden 1895.

dringen die Pilzhyphen nur in die oberen Peridermschichten ein, die meist schon durch andere äufsere Umstände aufgelockert oder zerstört worden sind. Die einzelnen Lagen werden aufgeblättert und, sobald sich Angriffspunkte finden, in die einzelnen Zellen zersprengt. Die Tiefe, in welche die Hyphen vordringen können, wird im allgemeinen durch die Grenze bestimmt, wo die abgestorbenen Rindengewebe keine äufseren Verletzungen mehr zeigen; so ist es ganz ausgeschlossen, dafs etwa eine Flechtenhyphe durch enzymatische Wirkung sich durch eine unverletzte Membranlamelle bohren kann. Sie ist nur imstande, bereits vorhandene Sprünge oder Spalten mechanisch zu erweitern und dadurch die Zersprengung der Zellzüge zu veranlassen. Im lebenden Rindengewebe sind noch niemals Hyphen beobachtet worden. Ich möchte hervorheben, dafs diese Tatsachen nur für die oben genannten Flechten festgestellt sind; ob sich alle Arten so verhalten, darüber läfst sich nichts sagen, obwohl es sehr wahrscheinlich ist, dafs sie ebenso wachsen. Unter diesen Umständen ist es vollständig ausgeschlossen, dafs die Flechte den Bäumen irgendwelchen direkten Schaden zufügen kann, denn sie wächst ja nur auf dem vom Baume selbst schon aufgegebenen Gewebe und findet sich deshalb auch nicht auf jungen Zweigen, die noch von der primären Epidermis bedeckt sind und noch keine Borkenbildung zeigen. Gelegentlich können zwar Hyphen in die Lenticellen eindringen und sie verstopfen, aber für ältere Stämme oder Zweige besitzt diese Tatsache keine weitere Bedeutung. Die Schädigungen können also blofs indirekter Art sein, und zwar mufs man sich gleichzeitig die Frage vorlegen, ob die Flechten primär zu schädigen vermögen, oder ob erst prädisponierende Umstände für ihr Auftreten vorausgehen müssen.

Die Entstehung indirekter Schäden läfst sich bei den Obstbäumen besonders gut verfolgen. Der Flechtenthallus hält (ebenso wie etwa auftretende Rasen von Laub- oder Lebermoosen) das Wasser lange fest und gibt es erst ganz allmählich ab. Nach Regengüssen wird also die Rinde länger feucht gehalten, als wenn keine Flechten vorhanden wären; sie fault deshalb unter Umständen eher und ist den Angriffen von Insekten leichter zugänglich. Gleichzeitig bilden die Flechtenpolster einen vortrefflichen Schlupfwinkel für allerhand schädliche Insekten. Für die forstlich kultivierten Bäume ergibt sich ein wesentlich anderes Resultat. Wir finden nämlich das üppigste Flechtenwachstum bei denjenigen Bäumen, die in ungünstigen Verhältnissen stehen. Dahin gehören vor allen Dingen dumpfiger Standort, Lichtabsperrung, ungünstige Bodenverhältnisse, kurz alles, was dem Wachstum eines Baumes nicht förderlich ist, in erster Linie wohl aber Mangel an Luft und Licht. Unter besonders ungünstigen Verhältnissen werden die jungen Bäumchen von den Flechten erstickt, was dann den Anschein erweckt, als ob die Flechte allein an dem Absterben schuld wäre. Eine weitere Überlegung zeigt aber, dafs dies nicht der Fall ist. Solange nämlich der Zweig normal wächst, finden sich die Enden stets flechtenfrei, da ja die Ansiedlung erst auf den älteren Teilen erfolgt. Wenn aber das Wachstum derartig verzögert wird, dafs der jährliche Spitzenwuchs auf ein Minimum reduziert wird, so kann das Flechtenwachstum nicht blofs Schritt halten, sondern auch die Spitze überwuchern. In solchem Falle erstickt dann der Zweig.

Von einer Vertilgung oder Bekämpfung der Flechten kann natürlich in der Forstwirtschaft keine Rede sein, wohl aber läfst sich durch

möglichste Vermeidung der prädisponierenden Ursachen viel zur Verhütung gröfserer Schäden beitragen. Wenn es deshalb möglich ist, die Schonungen so anzulegen, dafs der Wind und das Licht ungehindert herantreten können, so wird das Überhandnehmen der Flechten kaum zu fürchten sein.

Anders bei Obstbäumen, bei denen die Bekämpfung sich sehr gut durchführen läfst. Das einfachste Mittel dürfte das Abkratzen der Borkenschuppen mit den daranhängenden Flechten und darauffolgendes Bestreichen des Baumes mit Kalkmilch sein. Man erreicht damit nicht blofs, dafs die Flechten, sondern dafs auch das Ungeziefer vertilgt und abgehalten werden. Das Bespritzen mit Bordeauxbrühe[1]) hat ebenfalls recht gute Resultate gegeben, da die Flechten dadurch schnell absterben. Noch bessere Resultate hat DEL GUERCIO[2]) mit Teeröl erzielt. Er spritzt mit einer etwa 5 %igen Sodalösung, der 3—4 % Teeröl zugesetzt werden. Nimmt man etwa 10 % Teeröl, so lassen sich auch alle Schildläuse und andere Insekten vertilgen, nur mufs dann das Bespritzen im Winter vorgenommen werden, da sonst die Knospen leiden.

In den Tropen siedeln sich auf den Blättern (auch von Nutzpflanzen) gern epiphylle Flechten an, die oft die ganze Oberfläche eines Blattes mit einem gelblichen, grauen oder grünlichen, abwischbaren Überzug bedecken. Die Konidien werden von den oben erwähnten *Mycoidea-* oder von *Trentepohlia*-Arten gebildet. Es ist wohl kaum anzunehmen, dafs dadurch eine Schädigung entsteht; denn bisher liefs sich nicht nachweisen, dafs diese Flechten ins Blatt eindringen. Es könnte sich also höchstens um eine gewisse Beeinträchtigung der Lichtwirkung handeln, die aber wohl deshalb nicht besonders ins Gewicht fällt, weil die Epiphyten sich stets nur an Orten einfinden, wo genügendes Licht vorhanden ist.

Es seien dann noch kurz einige Fälle erwähnt, wo bestimmte Flechten als Ursache von Krankheiten zu gelten haben. In Ecuador sucht eine Krankheit die Kakaobäume heim, die *Mancha* genannt und nach v. LAGERHEIM[3]) durch den Isidienzustand einer Flechte verursacht wird. Die Flechte bedeckt grofse Flächen der Stämme und überzieht natürlich auch die stammbürtigen Blütenknospen. Dadurch aber wird der Fruchtansatz empfindlich geschädigt. Als Vorbeugungsmittel kann nur empfohlen werden, die Pflanzungen möglichst weitläufig anzulegen, damit das Licht und der Wind eindringen können.

Als gelegentliche Bewohner von Rebenstümpfen, bisweilen auch unter der Rinde lebender Rebenstämme wurden *Pionnotes Biasolettiana* (Corda) Sacc. und *Cesatii* (v. Thüm.) Sacc. erkannt. Beide Organismen wurden bisher als Pilze betrachtet und zu den Tuberculariaceen gestellt, bis BRIOSI und FARNETI[4]) nachwiesen, dafs es sich bei ihnen um einen neuen Flechtentypus handelt, den sie *Chrysogluten* nennen. Der Thallus ist gelatinös, orangefarben, bei *Chr. Cesatii* zinnoberrot.

[1]) WAITE M. B., Experiments with fungicides in the removal of lichens from pear trees in Journ. of Mycol. VIII, 1893, S. 264.

[2]) cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIII, 1903, S. 245.

[3]) Pflanzenpathologische Mitteilungen aus Ecuador in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten II, 1892, S. 195.

[4]) Intorno ad un nuovo tipo di licheni etc. in Atti Ist. Bot. Pavia VIII, 1904, p. 103.

Auf der Oberfläche werden sichelförmige, farblose Konidien gebildet, wie sie bisher bei Flechten nicht bekannt waren. Daneben kommen Perithecien vor, in deren Schläuchen zweizellige, eiförmige Sporen gebildet werden. Die Flechte zeigt sich im Frühjahr an den Ausflufsstellen des Saftes nach dem Beschneiden der Reben und trocknet später zu einer orangeroten, sich abblätternden Haut zusammen. Im Stamm treten Auftreibungen auf, die zwar im selben Jahre noch vertrocknen und herausfallen, aber den Stamm rissig und dürr und das Holz sehr zerbrechlich machen. Der Schaden besteht hauptsächlich darin, dafs durch den Angriff der Flechte der Stock geschwächt wird. Als Mittel zur Fernhaltung wird das Bestreichen der Schnittflächen mit Teer empfohlen[1]).

[1]) Vergl. Gabotto, L., Di un ifomicete parassita della vite in Nuov. Giorn. Bot. Ital. XIII, 1905, p. 488.

Vierter Abschnitt.

Phanerogame Parasiten.

Die vorhergehenden Kapitel haben sich ausschliefslich mit den kryptogamischen Parasiten beschäftigt. Nicht nur an Zahl, sondern auch an Bedeutung als Erreger von Pflanzenkrankheiten überragen sie die Parasiten aus der Phanerogamenreihe ganz bedeutend, und besonders stellt die Klasse der Pilze in allen ihren Abteilungen das gröfste Kontingent der hierhergehörigen Formen. Das ist auch ganz erklärlich, denn der Mangel an Chlorophyll, der die Pilze charakterisiert, hat sie entweder zu Saprophyten oder zu Parasiten werden lassen, jedenfalls also waren sie gezwungen, bereits vorgebildete organische Nährstoffe zu suchen. Sobald wir zu den chlorophyllführenden Pflanzen kommen, werden die Vertreter des Parasitismus immer seltener; schon die Algen zeigten nur wenige Repräsentanten, bei den höheren Pflanzen beschränkt sich der Parasitismus auf wenige Familien oder Unterfamilien. Mit wenigen Ausnahmen beanspruchen sie für die Kulturpflanzen nur geringes Interesse, so dafs nur für diese wenigen Formen eine eingehendere Darstellung notwendig erscheint. Beiläufig sei bemerkt, dafs sich unter den Phanerogamen auch chlorophyllose Saprophyten hier und da finden. Sie sind typische Humusbewohner, deren Wurzelsystem nur schwach entwickelt erscheint. Die bekanntesten Vertreter sind die Orchidee *Coralliorhiza innata*, die Pirolacee *Monotropa Hypopitys*, ferner in den Tropen die Familien der Triuridaceen und Burmanniaceen sowie einige andere; fast allen ist der aufserordentlich zarte und schmächtige Wuchs, die bleiche bräunliche oder gelblichweifse Färbung eigen.

Wir folgen in der Besprechung der parasitischen Arten dem System von ENGLER.

Santalaceae.

Nahe verwandt mit den Santalaceen ist eine kleine Familie der Myzodendraceen, die sich durch monothecische Antheren und die Früchte unterscheiden. Die Vertreter der einzigen Gattung *Myzodendron* besitzen den Habitus der *Loranthus*-Arten und kommen im antarktischen Südamerika vor, besonders auf den dort verbreiteten Buchen, *Nothofagus*.

Unter den Santalaceen interessiert uns hauptsächlich die Gattung *Thesium*, deren Arten auf den Wurzeln der krautigen Pflanzen schmarotzen. Der Stengel ist meist nicht verästelt, und die Blüten stehen in gestielten, traubig oder rispig angeordneten wenigblütigen Trug-

dolden. Die Blätter sind klein, abwechselnd und besitzen Chlorophyll. Da also eine Assimilation stattfindet, so bezeichnet man alle diese mit Chlorophyll versehenen Parasiten als Halbschmarotzer oder Halbparasiten. Auf den Wurzeln der Nährpflanzen sitzt *Thesium* mit Saugwarzen oder Haustorien auf. Da diese Organe bei allen hier zu besprechenden Formen wiederkehren, so soll ihr anatomischer Bau, der aufserordentlich charakteristisch ist, eine eingehendere Besprechung finden.

Wenn man ein *Thesium*-Pflänzchen vorsichtig ausgräbt, so findet man, dafs einzelne Würzelchen in rein weifse, fleischige, ei- oder glockenförmige, oft gestielte Körperchen endigen, welche auf den Wurzeln der Nährpflanzen fest aufsitzen. Wenn die Wurzeln der Nährpflanze nur dünn sind, so werden sie häufig von dem Saugkörper mantelartig umschlossen. Nach den Untersuchungen von SOLMS-LAUBACH[1]) besitzen die Haustorien folgenden anatomischen Bau. Durch die Verschiedenartigkeit des Gewebes läfst sich zunächst ein Rindenkörper (Fig. 62 *1 A* und *1 B*, *r*) von einem Kern (*k*) unterscheiden. Der Rindenkörper ist es, welcher den lappigen, die Nährwurzel *n* mantelförmig umfassenden Teil des Haustoriums bildet; er zerfällt selbst wieder in zwei Partien, von denen die eine aus kleinen, polyedrischen, wenig Stärke führenden Parenchymzellen gebildet ist, die andere, äufsere dagegen aus gröfseren Parenchymzellen mit gröfseren Stärkekörnern besteht. Beide Rindenzonen sind voneinander erstens durch einen Streifen (Fig. 62 *1 B*, *s*) aus zerknitterten, zusammengefallenen Zellen, welche sich allmählich auflösen, und zweitens durch eine Partie luftführender, grofser Parenchymzellen *i* in zwei scharf getrennte Teile geschieden, die nur unten an dem Teile des Rindenlappens, welcher der Nährwurzel anliegt, miteinander verbunden sind und allmählich ineinander übergehen. Der Kern des Haustoriums besteht aus drei verschiedenen Geweben. Das innerste ist das Kernparenchym (Fig. 62 *1 B*, *l*), welches aus kleinen, dicht aneinander liegenden, plasmareichen Zellen gebildet wird; an dieses zentrale Gewebe grenzt der Gefäfsring *g*, der aus netzartig verdickten, hin und her gewundenen, kurzen Gefäfszellen besteht. Daran grenzt endlich nach aufsen eine Zone dünnwandigen, stärkelosen, an Cambium erinnernden Gewebes (*k*). Alle drei Gewebeschichten des Kerns sehen wir in einen etwas keilförmigen Fortsatz sich verlängern, der im Innern des Gewebes der Nährwurzel liegt und Saugfortsatz genannt wird. Bemerkenswert erscheint hierbei, dafs die einzelnen Zellelemente des Saugfortsatzes mehr in die Länge gestreckt erscheinen, und dafs die netzig verdickten Gefäfszellen an der Spitze büschelig auseinandergehen, um sich direkt mit den Gefäfsen der Nährwurzel (*wp*) in Verbindung zu setzen. Umgeben wird der ganze Saugfortsatz von einer gelblichen, stark lichtbrechenden Schicht, welche ihn von dem umgebenden Gewebe der Nährpflanze abgrenzt. So sieht man hier also gleichsam eine Arbeitsteilung im Haustorium angedeutet, insofern als der Kern den eigentlich zerstörenden, Nahrung aufnehmenden Saugfortsatz bildet, der Rindenkörper dagegen das Haftorgan, die Anheftungsfalte, darstellt, welche, wie hier in der Zeichnung, bei einer dicotylen Wurzel der Rinde aufliegt und einfach ist, oft aber auch, namentlich bei dünnen Monocotylenwurzeln nach innen zu mehrere

---

[1]) Über den Bau und die Entwicklung parasitischer Phanerogamen in Pringsheims Jahrb. VI, S. 539.

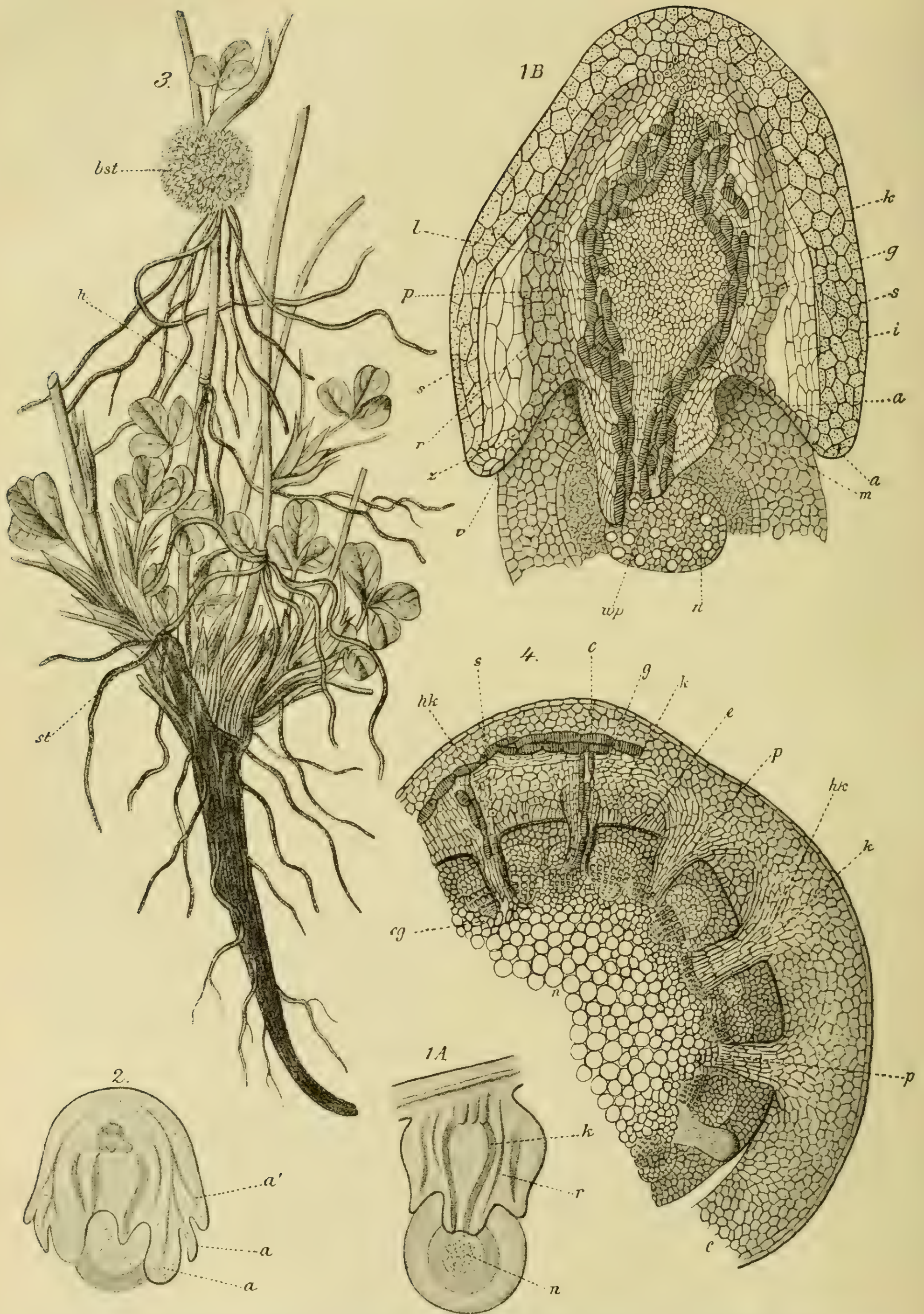


Fig. 62. *1* und *2 Thesium*, Anheftung auf der Nährpflanze. *3 Cuscuta Trifolii* auf Klee, *4* Anheftung an die Nährpflanze. Nähere Erklärungen im Text. (Nach Sorauer).

jüngere, kappenartig übereinander greifende Falten bildet. Diese zerstören den Rindenkörper der Nährwurzel und legen sich dicht an die Gefäſsbündelscheide an (Fig. 62 *2 a*). Aus der Entwicklungsgeschichte ergibt sich die Deutung dieser Lappen als Anheftungsfalten; denn die Falten verdanken einem besonderen meristematischen Gewebe im Rindenparenchym ihren Ursprung (vgl. Fig. 62 *1 Ba*, *2 a'*). Erst später werden dann bisweilen innerhalb des Auſsenlappens ein zweiter und dritter angelegt (Fig. 62 *2 a*), und erst wenn die Anheftungsfalten die Wurzel der Nährpflanze fest umfaſst haben, beginnt der Kern einzudringen. Wenn nun ein solches Haustorium nicht sofort eine passende Nährwurzel erreicht, so wächst es zu einem kleinen, gekrümmten Zweig aus, der sich zum Haustorium umbildet, wenn er in noch meristematischem Zustande eine Wurzel trifft (gestieltes Haustorium), der aber dauernd in diesem fadenförmigen Zustande verharrt, wenn er keine solche erreichen kann.

Den Charakter als Halbparasiten zeigt *Thesium* bei der Keimung, denn der Same keimt normal und treibt eine Pfahlwurzel; erst wenn diese sich abzweigt, werden die Haustorien angelegt. Das beweist also, daſs die Pflanze sich im Jugendstadium selbständig ernähren kann.

In den Tropen ist die Gattung *Santalum* verbreitet, über deren Art *S. album* C. A. Barber [1]) eine ausführliche Arbeit veröffentlicht hat. Die Pflanze schmarotzt auf den Wurzeln von sehr vielen Nährpflanzen und bildet ähnlich ihre Haustorien aus wie unser einheimisches *Thesium*. Die sehr eingehenden anatomischen Untersuchungen Barber's über das Eindringen und das Wachstum der Haustorien zeigen, daſs nur geringe Unterschiede gegenüber den von Solms gefundenen Resultaten vorhanden sind. Es dürfte deshalb ein näheres Eingehen darauf nicht notwendig sein.

Loranthaceae.

Der in unseren Breiten vorkommende Vertreter der Familie ist *Viscum album;* in Südeuropa tritt *Loranthus europaeus* hinzu. In den wärmeren Erdstrichen gibt es sehr viele Loranthaceen, die den Gattungen *Loranthus, Phoradendrum, Dendrophthora* und anderen angehören. Alle diese Parasiten haben das gemeinsam, daſs sie holzige Gewächse bewohnen, auf deren Ästen sie als buschige, kleinere oder gröſsere Sträucher aufsitzen. Die Verzweigung der Äste ist gabelig, wodurch die ganze Pflanze ein steifes und starres Aussehen erhält. Die Äste sind sehr zerbrechlich, namentlich im trocknen Zustande, und die meist schmalen, länglichen Blätter sind dick lederig und zeigen äuſserlich keine Blattnerven. Als Beispiel sei die bei uns häufig vorkommende Mistel (*Viscum album*) geschildert.

Die Mistel zeigt sich in ganz Deutschland in der Ebene und auf dem niederen Gebirge auf sehr vielen verschiedenen Baumarten, und es ist nicht unmöglich, daſs Meyen mit seiner Behauptung recht hat, daſs sie auf allen sich ansiedeln kann; nur auf Eichen kommt sie recht selten vor. Je nach der Nährpflanze zeigt der Schmarotzer einen verschiedenen Habitus, so z. B. erscheint er schwächlich und schmalblätterig auf der Kiefer, dagegen üppig und groſsblätterig auf der Schwarzpappel. Dementsprechend pflegen die auf Nadelhölzern wachsen-

---

[1]) Studies in root-parasitism in Mem. of the Dep. of Agric. in India I n. 1, 1906 und n. 1 Pt. II, 1907.

den Pflanzen Samen mit einem, die auf anderen Bäumen vorkommenden Samen mit mehreren Keimlingen zu enthalten. Auf Grund dieser Unterschiede glauben einige Autoren, dafs die Nadelholzmistel eine besondere Art darstellt. Man könnte auch an die Möglichkeit denken, dafs die Misteln in spezialisierte Rassen zerfallen, die bestimmten Nährpflanzen angepafst sind, etwa ähnlich wie bei den Uredineen. L. Hecke[1]), der diesen Gedanken bei seinen Untersuchungen verfolgt, hat vorläufig festgestellt, dafs die Mistel vom Apfelbaum auf der Tanne nicht angeht, wärend sie z. B. auf die Pappel sich leicht übertragen läfst.

Viel ausgedehntere Versuche, um die Frage der Artbegrenzung der auf den verschiedenen Bäumen sich findenden Misteln zu lösen, hat C. v. Tubeuf[2]) unternommen. Er hat nicht blofs Übertragungsversuche der verschiedenen Mistelrassen von Laub- auf Nadelhölzer und umgekehrt, sowie von Laubhölzern auf andere gemacht, sondern auch zahlreiche Beobachtungen in besonders mistelreichen Parken und Waldgegenden angestellt, die ihn zu folgender Ansicht geführt haben. Er unterscheidet drei verschiedene Standortsvarietäten, die Laubholzmistel, welche auf allen möglichen Arten von Laubhölzern vorkommt und sich ohne weiteres auf andere Laubhölzer übertragen läfst, die Tannenmistel, welche nur auf *Abies pectinata* und *cephalonica* vorkommt und sich nicht auf *Pinus* übertragen läfst, und endlich die Föhrenmistel, welche sich auf *Pinus silvestris* und *Laricio*, seltener auch auf *Picea excelsa* findet und sich weder auf Tannen noch auf Laubhölzer überimpfen läfst. Die morphologischen Unterschiede dieser drei Rassen sind nur gering. So haben die Laubholz- und Tannenmistel relativ gröfsere und breitere Blätter als die Föhrenmistel, auch in den Beeren und Samen finden sich geringe aber anscheinend konstante Merkmale. Systematisch müfste die Föhrenmistel den ihr von Boissier und Reuter gegebenen Namen *V. laxum* tragen. Wiesbauer hatte *V. album* auf Laubhölzern und *V. austriacum* Wiesb. auf Nadelhölzern unterschieden und hatte die letztere Art in die beiden Varietäten *Pini* und *Abietis* geteilt, was mit der Auffassung v. Tubeuf's harmonieren würde. Andere Autoren haben andere Auffassungen für die Begrenzung der Arten geäufsert, was man in den zitierten Arbeiten von v. Tubeuf näher auseinandergesetzt findet. Heinricher konnte nach seinen Untersuchungen diese Auffassung im wesentlichen bestätigen, aber er spricht die Meinung aus, dafs wahrscheinlich die Laubholzmistel in eine gröfsere Zahl von lokalisierten Gewohnheitsrassen zerfällt, die nur schwer oder gar nicht sich ineinander überführen lassen. Wir hätten dann also ein vollkommenes Gegenstück zu den von den Uredineen her bekannten Verhältnissen vor uns.

In verschiedenen Gegenden hat die Mistel sich verschiedene Bäume zum Lieblingsaufenthalt gewählt; so wächst sie in der Rheinprovinz besonders häufig auf Apfelbäumen, in der Mark häufig auf Kiefern, in Sachsen und Anhalt auf Pappeln, in Thüringen und im Schwarzwald auf Weifstannen. Es unterliegt keinem Zweifel, dafs bei starker Besiedlung die Mistel selbst kräftige Bäume abzutöten vermag. So beobachtete ich bei Dessau, dafs etwa 80jährige Silberpappeln mit

[1]) Kulturversuche mit *Viscum album* in Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft V, 1907, S. 210.

[2]) Vgl. Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. IV, 1906, S. 351 und V, 1907, S. 321ff. Hier findet sich auch die Literatur über die Systematik der Mistel in ausführlicher Weise besprochen.

riesigen, ausladenden Ästen so stark mit Mistelbüschen besetzt waren, dafs an manchen Ästen die Pappelblätter nicht zu sehen waren. Mit jedem Jahre nahm die Schmarotzervegetation zu, und allmählich starb Ast nach Ast ab, bis die Bäume so viel trockenes Holz hatten, dafs sie gefällt werden mufsten.

Wenn man die Rinde der Nährpflanze abschält, um zu sehen, mit welchen Organen die Mistelpflanze festsitzt, so sieht man am Cambiumringe des Baumes grüne Adern, die sogenannten Rindenwurzeln der Mistel, welche der Längsrichtung des Nährastes parallel gehen. An einzelnen Stellen solcher älteren Rindenwurzeln haben sich Adventivknospen gebildet, welche zu jungen, grünen Büschen sich ausbilden. Die äufserste Rindenschicht dieser Wurzeln, welche kaum als Epidermis aufgefafst werden kann, haftet fest an dem Gewebe der Nährpflanze. Nur die Zellen der Wurzelspitze haften noch nicht an, sondern sie sind, soweit sie die Oberfläche der Spitze, also etwa die Region der Wurzelmütze darstellen, haarförmig ausgewachsen und machen dadurch die Wurzelspitze pinselförmig.

An der Unterfläche der Rindenwurzeln sieht man keilförmige, nach dem Zentrum des Nährzweiges gerichtete Organe, die, den Haustorien der anderen Schmarotzer entsprechend, hier Senker genannt werden; ihre Spitze sitzt im Holz des Nährzweiges, ihre breitere Basis im Cambium desselben. Die je nach ihrem Alter verschieden dicken Senker sind innerhalb des Holzes der Nährpflanze parenchymatisch bis auf die in den jüngsten Jahresringen liegenden Teile, in denen netzartig verdickte Gefäfszellen auftreten, welche vom Zentrum nach der Peripherie des Senkers bogig verlaufende Stränge bilden. Diese Gefäfsstränge legen sich an die Gefäfse des Nährzweiges oder bei Nadelhölzern an deren Holzzellen an. Wenn man auf den ersten Blick die älteren Senker in den Holzkörper eingekeilt sieht, so könnte man glauben, dafs dieselben die Holzmasse gespalten haben. In Wirklichkeit kann dies der weiche Senker, der im ersten Jahre nicht einmal Gefäfse bildet, nicht ausführen; er gelangt vielmehr passiv in den Holzkörper. Die Basis des Senkers besteht aus jugendlichen, zu Neubildungen fähigen Zellen. Durch Vermehrung derselben streckt sich diese Basis in dem Mafse, als der Cambiumring des Nährzweiges nach aufsen rückt, so dafs die in Vermehrung begriffenen Zellen von Nährpflanze und Senker stets in einer Ebene bleiben. Die aus dem Cambium des vorigen Jahres hervorgegangene Holzschicht des Nährzweiges legt sich auf diese Weise um den gedehnten Senker herum; der Vorgang wiederholt sich mehrere Jahre hindurch, so dafs dadurch endlich der ältere Senker von Holzlagen eingeschlossen erscheint. Man sieht hieraus, dafs die Spitze des Senkers am Anfange des vorhandenen Holzes fest stehen bleibt und sich nicht eingräbt, sondern das neue Holz sich alljährlich gleichsam an dem sich rückwärts verlängernden Senker hinaufschiebt.

Mit der Zeit hört ein Senker zu wachsen auf, d. h. seine Meristemzone an der Basis geht in Dauergewebe über; es kann sich somit der Senker nicht mehr wesentlich verlängern und infolgedessen auch der Nährzweig keine neuen Holzschichten um ihn herum ablagern. Letzterer stirbt an dieser Stelle ab, wodurch nun auch der Tod des Senkers herbeigeführt wird. So entstehen die trockenen Gewebestellen „Krebsstellen“ am Aste, deren Zahl mit dem Aufhören des Wachstums der nächst jüngeren Senker stetig wächst, und welche vom lebenskräftigen,

benachbarten Gewebe des Nährastes mit Überwallungsrändern umgeben werden.

Die Fortpflanzung der Mistel von einem Baum auf den andern geschieht ausschliefslich durch Samen, wenn man nicht etwa des Versuchs wegen eine Zweigspitze des Schmarotzers in den Spalt eines Nährastes künstlich einbringt, also Stecklinge macht, welche fortwachsen sollen. Der Same entwickelt sich im Herbste aus der im Frühjahr auftretenden Blüte. Nach Pitra [1]) zeichnen sich diejenigen von ihnen, welche zwei Keimlinge bergen, durch ihre flache, herzförmige Gestalt aus, während die nur einen Keim einschliefsenden Samen länglich bis ellipsoidisch sind. Der Keimling wird vom Sameneiweifs bedeckt mit Ausnahme des Würzelchens, welches bis auf die Oberfläche des Samens ragt und, nur durch ein feines, weifses Häutchen geschützt, direkt unter der klebrigen Masse der Beere liegt. Das Sameneiweifs enthält in seinen ziemlich grofsen Zellen, deren Wandungen gegen den Keimling hin sehr dünn sind, Stärkemehl und Chlorophyll. Der Keimling besitzt zwei Cotyledonen und ein ziemlich langes Stengelchen, dessen Achse durch ein in die Cotyledonen sich fortsetzendes Gefäfsbündel gebildet wird. Das Einsaugen der im Sameneiweifs gespeicherten Reservenahrung findet durch die Oberfläche der Samenlappen selbst statt. Die Parenchymzellen derselben sind denen des Eiweifskörpers sehr ähnlich und bilden keine Epidermis; dagegen ist das dunklergrüne Stengelchen durch dickwandige Epidermiszellen von der Umgebung abgegrenzt. Die Keimung findet nur bei Licht statt, dagegen geht die Ausbildung des hypocotylen Gliedes und der Wurzeln auch bei Dunkelheit weiter. Wenn der Same keimt, wozu er natürlich nicht erst, wie der Volksmund behauptet, durch den Magen der Vögel gehen mufs, wird durch Streckung des Stengelchens unterhalb der Cotyledonen das Wurzelende hervorgeschoben. Das freie, sich kopfförmig verdickende, weifsliche Wurzelende sucht nun, vom Lichte sich abwendend, nach einer Unterlage, wobei sich das Stengelchen nach Bedürfnis krümmt. Ist das kopfförmige Wurzelende auf einen Zweig gelangt, wo es durch seine klebrige Aufsenfläche festgehalten wird, so fangen die Ränder dieses Köpfchens an, stärker auszuwachsen, werden dabei faltenartig flach und legen sich dicht an die Oberfläche des Zweiges als Haftscheibe an. Nun schwinden aus dem sich anschmiegenden Teile dss Köpfchens das Stärkemehl und Chlorophyll fast gänzlich; dafür verlängern sich die Epidermiszellen des der Nährrinde anliegenden Teiles beträchtlich und kitten sich vermittelst einer Masse fest, die wahrscheinlich durch die Auflösung der Cuticularmembran der Epidermiszellen entsteht.

Im Innern des Köpfchens geht unterdes die Bildung der eigentlichen Wurzel vor sich. Dieselbe entsteht durch die Umwandlung des zentralen Gewebes des Köpfchens und bildet gleichsam die Verlängerung des Gefäfsstranges im gekrümmten Stengelchen. Das neugebildete, kegelförmige Würzelchen im Innern des Köpfchens durchbricht nun dessen Epidermis und dringt in die Rinde des Nährorganes ein, dessen cuticularisierte Oberfläche zunächst aufgelöst erscheint. Dadurch, dafs jetzt auch die Intercellularsubstanz zwischen den Rindenzellen des

---

[1]) Über die Anheftungsweise einiger phanerogamen Parasiten an ihre Nährpflanze in Bot. Zeit. 1861, S. 53. Die hier zugrunde gelegten Untersuchungen wurden von Pitra an der Linde unternommen. Neuere Untersuchungen darüber rühren von Wiesner (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien CIII, 1894), v. Tubeuf (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. V, S. 342) und Heinricher (l. c. S. 357) her.

Nährzweiges gelöst wird und diese somit gelockert sind, wird der Eintritt des Schmarotzers bedeutend erleichtert. Die Hauptwurzel desselben wächst nun so lange fort, bis sie den Holzkörper der Unterlage erreicht hat. Dieses Eindringen geht nicht immer glatt von statten, wenn, wie etwa bei Fichten und Kiefern, die Zweigoberfläche rauh und rissig ist. Dann kriecht die Wurzel oft auf beträchtliche Strecken an der Oberfläche hin, schmiegt sich den Unebenheiten an und gabelt sich häufig auch.

Dies sind in der Regel die Erscheinungen im Sommer nach der Aussaat. Im ganzen folgenden Winter hindurch bleiben immer noch die Cotyledonen von der Samenhaut umhüllt, und erst im nächsten Sommer wird der Same gänzlich zerstört. Die Samenlappen vertrocknen, und die Endknospe des jungen, sich aufrichtenden Stengelchens macht zwei Blätter, während von der Hauptwurzel neue Seitenwurzeln ausgehen, welche in der Nährrinde sich ausbreiten.

Die Verbreitung der Mistel und ebenso von Loranthus findet wohl am häufigsten durch die Misteldrossel (*Turdus viscivorus*) statt, welche nach dem Fressen die am Schnabel noch klebenden Beeren an den Ästen abstreicht. Man hat auch künstlich mit Erfolg versucht, Misteln auf junge Bäume zu übertragen. Namentlich geschieht dies in England, wo die Mistel als Weihnachtspflanze allgemeine Verwendung findet. Zur Ansaat werden die Samen im April und Mai auf junge Apfel- oder Kirschbäumchen ausgesät und im ersten Jahre etwas geschützt, damit der keimende Same nicht abgestofsen wird. Bei diesen Kulturen hat man die Erfahrung gemacht, dafs die Mistel um so kümmerlicher wächst, je härter das Holz der Unterlage ist.

Aus der Entwicklungsgeschichte der Mistelpflanze ergibt sich, dafs das einzige Mittel zur Vertilgung das frühzeitige Ausbrechen der Pflanzen ist. Bei älteren Büschen wird mit dem Ausbrechen allein nicht geholfen sein, sondern es mufs auch im weiteren Umkreise die Rinde bis auf das Holz ausgeschnitten werden, damit die Bildung von Adventivknospen aus den Rindenwurzeln verhindert wird. Bei dem Ausbrechen mufs insofern Vorsicht angewendet werden, als der Ast der Nährpflanze an der Ansatzstelle des Schmarotzers sehr brüchig ist und deshalb bei unvorsichtigem Hantieren leicht abbricht.

Nach R. Hartigs[1]) Untersuchungen sollen die Senker der Mistelpflanzen durch die cambiale Produktion allmählich mit den neu entstehenden Rindenelementen nach aufsen gedrängt und allmählich mit der Borke zum Absterben gebracht werden. In diesem Verhalten sah er einen Unterschied gegenüber dem sofort zu besprechenden *Loranthus*. Wie nun Männel[2]) gezeigt hat, findet ein solches Absterben nicht statt, der Senker wächst vielmehr mit einem nahe der Basis gelegenen Meristem in die Dicke. Die Senker sterben erst dann ab, wenn dieses Meristem erschöpft ist, werden infolgedessen nicht mit der toten Borke abgestofsen; im Gegenteil können zwischen zwei Senkern die toten Borkenschuppen ausfallen, so dafs die Rindenwurzel der Mistel dann hohl liegt und von Senker zu Senker eine Luftbrücke bildet.

Während bei *Viscum* die Rindenwurzeln in der Rinde (wenigstens anfangs) verlaufen, entwickeln sich bei *Loranthus europaeus* aus der

---

[1]) Zur Kenntnis von *Loranthus europaeus* und *Viscum album* in Zeitschr. für Forst- u. Jagdwesen 1876.

[2]) Über die Anheftungsweise der Mistel an ihre Nährpflanze in Forstl. naturw. Zeitschr. 1897, S. 60.

Hauptwurzel mehrere seitliche Wurzeln, welche im Cambium oder im jüngsten Holzgewebe verlaufen. Die senker- und haubenlose, keilförmige Wurzelspitze von *Loranthus*, die nicht wie bei *Viscum* mit einer, die Auflösung des Nährgewebes wahrscheinlich veranlassenden, Gallerthülle versehen ist, bahnt sich ihren Weg durch Auseinanderdrängen der jungen Splintzellen. Werden dieselben in der von der Parasitenwurzel bisher befolgten Ebene zu hart und ihr Zusammenhang zu fest, so dafs sie nicht mehr gesprengt werden können, dann weicht die Loranthuswurzel; eine neue, etwas oberhalb der alten sich erhebende Spitze kehrt in einem Winkel in die Höhe nach den peripherischer gelegenen, jüngeren Splintschichten und wächst nun in denselben wiederum der Länge nach fort, bis auch hier der Splint zu alt und fest wird und die Parasitenwurzel mit ihrer bisherigen Spitze stecken bleibt. Dann bildet sich wieder auf der Oberseite der alten Spitze in der Region des ganz jungen Splintes eine neu fortwachsende Spitze. Diese Biegungsstellen der Schmarotzerwurzel erscheinen dann als treppenförmige Absätze im Holze des Nährzweiges.

Die älteren Wurzeln des *Loranthus* werden vom Eichenholz allmählich überwallt; jedoch ist dieser Einschlufs durch die Überwallungsränder niemals ein vollständiger, da von den Wurzelteilen einzelne Arme nach aufsen an die Rindenoberfläche des Nährzweiges wachsen und dort Adventivaugen entwickeln. Derartig entstandene Wurzelbrut erhält den Parasiten, wenn der ursprüngliche Stock zugrunde geht. Durch den Überwallungsprozefs entstehen maserartige Wucherungen, Holzrosen; Hartig beobachtete Maserknollen von der Gröfse eines Menschenkopfes, aus welchem die Wurzelausschläge allseitig wie ebensoviel selbständige Pflanzen hervorbrachen.

Dafs oberhalb der Ansatzstellen des Schmarotzers das Zweigwachstum nachläfst oder schliefslich ganz aufhört, wird nicht überraschen. Oft leidet bei den von *Loranthus* befallenen Eichen (*Quercus Robur, pedunculata* und *Cerris*) der Gipfeltrieb und damit das Höhenwachstum des Baumes. Aufser den Eichen erscheint nur noch *Castanea vesca* befallen.

Auch mit *Loranthus* hat man künstliche Impfungsversuche auf *Quercus* gemacht, aber sie gelingen im Gegensatz zur Mistel nur selten. Bessere Resultate hat v. Tubeuf erzielt, der *Loranthus* auf zehn verschiedenen Eichenarten zum Anwachsen brachte und auch auf *Castanea*.

Als Merkwürdigkeit sei noch angeführt, dafs *Viscum* und *Loranthus* auch aufeinander schmarotzen können. So kommt nicht selten *Viscum* auf *Loranthus* vor, ja es siedeln sich sogar junge Sämlinge davon auf älteren Mistelbüschen an.

Zu erwähnen wären noch die Hexenbesenbildungen, die nach von Schrenk [1]) durch *Arceuthobium pusillum* im östlichen Nordamerika auf *Picea Mariana* und *canadensis* erzeugt werden. Schwache, beschattete Zweige werden durch den Schmarotzer zu aufsergewöhnlichem Längenwachstum veranlafst, während auf starken Ästen, dicht an der Ansatzstelle des Schmarotzers, grofse, senkrecht aufragende Hexenbesen gebildet werden, jenseits deren die Zweige verkümmern und absterben. Dabei sind die Nadeln an den verlängerten Zweigen sowie an den

---

[1]) Rhodora II, 1900.

Hexenbesen kürzer und häufig ganz gelb. Die Stämme werden von den Hexenbesen gleichsam ausgesaugt und gehen bald ein.

Nach allem, was uns der Bau dieser Parasiten lehrt, sollte man annehmen, dafs sie für die Unterlage nur von Schaden sind und keinerlei Nutzen stiften. Dem ist aber nach G. BONNIERS[1]) Untersuchungen nicht ganz so. Während nämlich der Apfelbaum die Mistel im Sommer ernährt, gibt die Mistel umgekehrt im Winter dem Baume von ihren Assimilationsprodukten ab. Im Sommer assimiliert ein Mistelblatt dreimal weniger Kohlensäure als die gleiche Fläche eines Apfelbaumblattes, bildet also im Vergleich zur Nährpflanze nur wenig Stärke. Dagegen ist das Verhältnis im Winter ein ganz anderes, da die Chlorophyllschicht der jungen Apfelbaumzweige eine kaum merkbare Kohlensäureassimilation zeigt. Ob allerdings der Apfelbaum wirklich eine merkliche Förderung in seiner Ernährung dadurch erfährt, darüber läfst sich vor der Hand nichts Sicheres aussagen.

Vielfach beschränken sich die Loranthaceen auf bestimmte Bäume, namentlich die tropischen Vertreter der Familie, nur selten lassen sich verläfsliche Gründe angeben, warum ein solcher Schmarotzer gewisse Bäume bevorzugt. Zu dieser Frage über die Ursachen der Immunität mancher Bäume gegen die Loranthaceen liefert SCOTT[2]) interessante Beiträge in seinen Studien über die in Kalkutta als lästige Unkräuter gefundenen *Loranthus longiflorus* und *Elythranthe globosus.* Oft gemieden werden z. B. solche Bäume, deren Rinde dem Eindringen der Keimlinge gröfseren Widerstand entgegensetzt, wie die papierähnlichen Borkenlagen von *Melaleuca* und *Metrosideros,* oder wo die Rinde wiederholt abgestofsen wird, wie bei den Sterculien und Dillenien. Selten finden sich ferner die Loranthuspflanzen auf Bäumen mit dichter, stark schattender, immergrüner Laubkrone, wie sie viele Spezies von *Magnolia, Garcinia, Diospyros* und *Artocarpus* besitzen. Ebenfalls selten erscheinen die Schmarotzer auf Bäumen, welche in der Regenzeit dicht belaubt, in der Trockenperiode aber laublos dastehen, wie *Dillenia, Sterculia, Spondias, Erythrina* und *Terminalia.* Wenn der sonst immergrüne *Lor. longiflorus* ausnahmsweise auf solchen Bäumen vorkommt, pflegt er gleichfalls seine Blätter mit denen der Nährpflanze fallen zu lassen. Wenn die Parasiten sich auf starkschattigen, immergrünen Bäumen (*Mangifera*, *Jambosa*, *Mimusops*, *Tectona*) ansiedeln, werden sie durch den Laubschatten auf die äufsersten Zweigenden getrieben, wo sie sich an die Stelle der absterbenden Zweigspitzen setzen und dicke Knollen bilden. Zu den Nährpflanzen des Loranthus gehören *Citrus decumana, Banisteria laurifolia*, *Zyziphus Jujuba*, *Mangifera indica*, *Pirus sinensis, Ulmus virgata*, *Ficus nitida*, *religiosa* u. a.; *Elytranthe globosus* kommt zum Teil auf denselben Bäumen vor, aufserdem auch auf *Acer oblongum, Eucalyptus diversifolia, Achras Sapota, Chrysophyllum monopyrenum, Nerium odorum, Camphora officinarum, Morus indica, Salix tetrasperma* u. a. Wenn der relativ seltene Fall einer Ansiedlung dieses Schmarotzers auf *Citrus* eintritt, zeigt sich eine beträchtliche Schädigung der Nährpflanze. Die Früchte werden klein, trocken und geschmacklos, und es kann selbst der ganze Baum absterben.

---

[1]) Compt. rend. CXIII, 1891, S. 1074.

[2]) Untersuchungen über einige indische *Loranthus*-Arten und über den Parasitismus von *Santalum album* von JOHN SCOTT, übersetzt von SOLMS-LAUBACH.

Balanophoraceae, Rafflesiaceae usw.

In Kürze seien noch einige hauptsächlich tropische Familien erwähnt, deren Vertreter Schmarotzer auf höheren Pflanzen sind. Die Balanophoraceen besitzen ähnliche Knollenbildungen, wie wir sie später bei den Orobanchaceen finden werden. Auch hier zeigt das Holz der Nährpflanze an der Knollenbasis ein wucherndes Wachstum um den Parasitenthallus herum. Die Gefäfsbündel desselben mit ihren Trachealelementen finden mit denen der Nährwurzel reichliche Verbindung. Bei *Rhopalocnemis* ist der Thallus ein oft kinderkopfgrofses, knollenartiges, runzlig-grubiges Gebilde. Die in der Parenchymmasse verlaufenden, teilweise sehr kurzen Gefäfse erscheinen innig zwischen die der Nährpflanzen eingelagert.

Bei den Rafflesiaceen reduziert sich der gesamte vegetative Teil der Pflanze auf thallusartige Stränge oder Massen, die im Gewebe der Nährpflanze wuchern. Die Thallusstränge, die sich bei *Rafflesia*, *Brugmansia*, *Pilostyles* finden, durchziehen die Rinde der Nährpflanze und senden senkrechte Zweige durch das Cambium ins Holz, von dem sie beim Dickenwachstum umschlossen werden. Bei *Pilostyles Haussknechtii*, der auf syrischen *Astragalus*-Arten lebt, ziehen die Stränge im Parenchym der Rinde und des Markes bis zur Vegetationsspitze, wo sie dann in die sich bildenden Blätter Sprosse entsenden. Wenn dann die Nährpflanzen älter werden, gehen die Thallusstränge zugrunde, und nur an der Blattbasis bleiben isolierte Reste erhalten, die darauf zur Bildung von Blütensprossen schreiten. Die Stränge bestehen aus gleichmäfsigen Zellen und lassen keinerlei Andeutung von Gefäfsen erkennen. Einen etwas fortgeschritteneren Bau zeigt *Cytinus hypocistis*. Der Thallus bildet einen ziemlich dicken Hohlzylinder mit buchtigem Rande, der zwischen Holz und Cambium in *Cissus*-Wurzeln wächst. Das Cambium bildet noch einzelne Holzpartien, die auf dem Thallus in ganz unregelmäfsiger Weise abgelagert werden. In der Nähe des Cambiums der Nährwurzel läfst sich eine horizontale Meristemschicht nachweisen, an die sich zahlreiche, unregelmäfsige und dünne Gefäfsbündelstränge anschliefsen.

Die Blütensprosse, die allein entwickelt werden, nehmen ihren Ausgang vom Innern des Thallus und müssen nicht nur diesen, sondern auch die Gewebe der Nährpflanze durchbrechen, damit sie an deren Oberfläche die Blüte bilden können.

Die kleine Familie der Hydnoraceen mit den Gattungen *Hydnora* und *Prosopanche* lebt in Südafrika und Argentinien. Die Parasiten sitzen mit einem Haustorium auf den Wurzeln der Nährpflanze fest und bilden einen knolligen Stock, von dem kantige, völlig blattlose, verzweigte Rhizomsprosse ausgehen. Das Innere der Rhizome durchzieht in der Jugend ein Faserstrang, der später schwindet. Nach aufsen finden sich collaterale, schwache Gefäfsbündel, deren Zahl und Lagerung bei den verschiedenen Arten verschieden ist. Zwischen den Bündeln liegen bei *Prosopanche* Stränge von schleimhaltigen Zellen, die Schimper Gelatinebehälter nennt.

Unter den Moraceen finden sich *Ficus*-Arten, welche als Baumwürger bekannt sind, bei den Lauraceen wäre *Cassytha americana* zu erwähnen, ein schlingender Parasit mit schuppenförmigen Blättern, der seine Haustorien in die Nährpflanze einsenkt.

Cuscutaceae.

Wir kommen nun zu den wirtschaftlich weitaus wichtigsten Parasiten, den Seidenarten oder *Cuscuta*-Arten, die häufig als Unterfamilie der Convolvulaceen, bisweilen aber auch als eigene Familie betrachtet werden. Eine ausführliche Arbeit über die Entwicklung dieser Schmarotzer hat L. KOCH [1]) gegeben; nach ihm sind zusammenhängende Untersuchungen nicht wieder gemacht worden. Die Gattung *Cuscuta* besitzt eine große Zahl von Arten, die hauptsächlich in den wärmeren Ländern sich finden; in Europa kommen neun, in Deutschland fünf Arten vor, die alle eine ausgedehnte Verbreitung haben. Die wichtigsten Arten sind *C. Epithymum* Murr. mit der Varietät *Trifolii* Bab., der Kleeseide und *C. Epilinum* Weihe auf Kulturpflanzen; weniger schädlich sind *C. europaea* L., *C. Gronovii* Willd. und *C. lupuliformis* Krock. (= *C. monogyna* Vahl). Die Nährpflanzen dieser Arten werden wir weiter unten besprechen.

Über Bau und Entwicklung sei nach KOCH die nachstehende Ausführung gegeben. Die Haustorien entstehen reihenweise an derjenigen Seite des Stengels, die gegen die Nährpflanze sich anlegt. Dem bloßen Auge erscheint der Saugapparat als eine kleine Erhabenheit der Rinde, und in der Tat nimmt auch die Rinde den wesentlichsten Anteil. Ihre Epidermiszellen sind, soweit sie diese Erhabenheit bilden, haarartig verlängert (Fig. 62, *4 e*) und haften fest an der Rinde des Nährstengels. Nur die äußersten Rindenzellen am Umfange des Organs erreichen den Nährstengel nicht mehr und bilden kurze, in die Luft hinausragende, bisweilen keulenförmige Organe. Häufig kommt es vor, daß mehrere Haustorien miteinander verschmelzen, und dann läßt erst der Querschnitt nach der Anzahl der Haustorialkerne (Fig. 62, *4 hk*) die Anzahl der verschmolzenen Organe erkennen. Der Kern bildet hier samt dem Saugfortsatze (*s*) einen einzigen, zusammenhängenden, etwa keilförmigen Körper, der von dem umgebenden Rindenparenchym durch eine Schicht zerknitterter, in Auflösung begriffener Zellen (*k*) getrennt ist, dafür aber durch einen zentralen Strang schraubig verdickter Gefäßzellen (*g*) mit dem Gefäßbündelzylinder (*c*) des Cuscutastengels in Verbindung steht.

Wenn sich der Kern des Haustoriums anschickt, in die Nährpflanze einzudringen, durchbricht er zunächst die papillös ausgewachsenen Zellen der Oberhaut des Cuscutastengels und bohrt sich, indem er sich zum Saugfortsatz verlängert, durch die Epidermis und die Rinde der Kleepflanze, um sich endlich mit einem pinselartig verbreiterten Ende (*p*) an den Holzkörper des Nährstengels anzulegen. Erreicht der Gefäßstrang des Haustoriums selbst den Holzkörper der Nährpflanze, dann verändern sich einzelne Gefäßzellen auf eine sehr charakteristische Weise, indem ihre Verdickungsschichten verschwinden, ihr vorderer Teil sich mannigfach ausbaucht und bisweilen büschelartige Verzweigungen bildet. Jede Ausstülpung einer so veränderten Gefäßzelle sucht nun mit den Gefäßen der Nährpflanze in Verbindung zu treten. Auf dem Klee findet man nicht selten Haustorien, die den dünnen Holzring des Stengels gänzlich durchbrechen und mit ihren haarförmig verlängerten Endzellen in das Markgewebe hineinwachsen (Fig. 62, *4 eg*).

[1]) Die Klee- und Flachsseide. Untersuchung über deren Entwicklung, Verbreitung und Vertilgung. Heidelberg 1883.

In betreff der Entwicklung wenden wir uns zunächst zur Keimung und Ansaugung des Parasiten.

Cuscuta Epilinum, bei 10—15° C ausgesät, keimt nach vorhergehender bedeutender Vergröfserung des Samens nach etwa 5—8 Tagen, indem das keulenförmig angeschwollene Wurzelende aus der Samenschale hervorbricht und Wasser aufnimmt zur Lösung des ziemlich reich entwickelten Sameneiweifskörpers, der von dem noch zum gröfsten Teile von der Testa eingeschlossenen, spiralig zusammengerollten Embryo aufgesogen wird. Erst wenn die sich allmählich aufrichtende Stammspitze das Sameneiweifs ganz aufgesogen hat, wirft sie das Korn ab. Der fadenförmige, hier gelblich erscheinende Stammteil zeigt bei manchen Arten an seinem nackten Scheitel zwei Höcker als Anlage der ersten schuppenförmigen Blättchen. Das abwechselnd gesteigerte Wachstum der verschiedenen Seiten des Stengelchens (revolutive Nutation), welches bei den Schlingpflanzen das Umlegen um eine Stütze ermöglicht, ist an der Stammspitze des Keimlings auch schon wahrzunehmen. Das ungünstige Verhältnis des *Cuscuta*-Keimlings gegenüber nicht parasitären Schlingpflanzen besteht in der beschränkten Wachstumszeit, die durch das Vorhalten der im Endosperm vorhandenen Nährstoffe bestimmt wird; es wird einigermafsen ausgeglichen durch den Umstand, dafs das Würzelchen bald abstirbt und sein disponibles Nährstoffmaterial sowie das der unteren Stengelpartie zugunsten der Stammspitzenentwicklung verbraucht wird. Wenn infolge der kreisenden Bewegung der Keimling endlich eine Nährpflanze erreicht hat, umschlingt er dieselbe gewöhnlich in einer der Nutationsbewegung entsprechenden Richtung, indem von rechts nach links aufsteigende, also umgekehrt wie der Uhrzeiger laufende Spiralen um den Nährstengel gelegt werden. Selten tritt ein Umwinden in entgegengesetzter Richtung ein.

Die gewöhnlich anfangs mit drei bis fünf engen Windungen die Nährpflanze umfassende junge *Cuscuta* bildet an der Kontaktstelle Haustorien auf Kosten des bis zur Berührungsstelle absterbenden, hinteren Stammteils; während der Bildung der Saugorgane ist selbst das Spitzenwachstum des Stengels sistiert. Bekanntlich folgen auf die engen Windungen mit Haustorien weitere Schlingen ohne Saugorgane, wodurch ein schnelleres Emporklettern des Schmarotzers ermöglicht wird. Enge mit weiten Windungen wechseln fortwährend ab, was einer assimilierenden Schlingpflanze sonst nicht eigen ist. Diese legt ihre ersten Spiralen lose um die Stütze, welche erst dadurch später enger umwunden wird, dafs die Spiralen steiler werden. Mit der zunehmenden Menge der Haustorien wird die Entwicklung sehr beschleunigt und eine reiche Verzweigung aus den Winkeln der schuppenförmigen Blättchen eingeleitet.

Die nutierenden Spitzen der Zweige umschlingen nun leicht benachbarte Pflanzen, von deren Entwicklung auch die Üppigkeit des Schmarotzers abhängt. Wenn nämlich, wie bei Klee und Luzerne, die Nährpflanzen sich bestocken und so dicht über dem Boden der *Cuscuta* junge Teile darbieten, geht deren Wachstum rapide vorwärts; wenn dagegen, wie bei Lein, die Stengel an der Basis schnell verholzen, ohne sich zu verästeln, ist das Eindringen dem Schmarotzer sehr erschwert. Er geht aber selbst unter erschwerten Umständen selten zugrunde, da er neben der Hauptnährpflanze in der Regel weniger zusagende andere Unterlagen als Unkräuter zwischen den Kulturpflanzen findet (Gräser, Nesseln, Schachtelhalm u. dgl.). Die Seide wächst auf

solchen mageren Unterlagen weniger üppig, beginnt dagegen früh mit der Blüten- und Fruchtbildung.

Tote Stützen, auch von organischem Material, umschlingt die keimende *Cuscuta* nicht; erst wenn sie durch Ansaugung an einen passenden Nährstengel ihre Existenz gesichert hat, werden auch derartige Körper von ihr umwunden. Haustorien werden zwar in solchen Fällen angelegt, kommen aber natürlich nicht zur Ausbildung.

Wie notwendig die engen Windungen für den Haushalt des Schmarotzers sind, ergibt sich aus der Betrachtung, dafs der Haustorialvorstofs mit gewisser Gewalt in das Rindengewebe der Nährpflanze eingedrückt werden mufs; dies ist nur möglich, wenn die Teile des Stengels, an denen das Haustorium sitzt, nicht zurückweichen können, was nur durch die festen Windungen bewerkstelligt wird. Nicht blofs für das Eindringen, sondern auch für die Entstehung der Haustorien ist die Reizbarkeit des *Cuscuta*-Stengels mafsgebend. Der Eintritt der engen Windungen nach den lockeren Schlingen wird nur vom physiologischen Bedürfnis nach den neuen Haustorien abhängen. Das Licht bewirkt, wie bereits de Candolle erwähnt, keine Krümmung der jungen Schmarotzerpflanze.

Für die Vermehrung des Parasiten wichtig ist der Umstand, dafs sich Teilstücke der älteren Schmarotzerpflanze ähnlich den Keimlingspflanzen verhalten. Schneidet man die Enden junger Triebe ab und bringt diese auf feuchte Erde, so vermögen sie einige Zeit hindurch zu nutieren und die in ihrem Bereiche liegenden Nährpflanzen zu befallen; ältere Stücke nutieren unter ähnlichen Bedingungen nicht, entwickeln aber aus ihren Blattachseln sehr dünne Seitentriebe, die nun, ähnlich den Endstücken, eine Nährpflanze zu erreichen suchen. Diese Leichtigkeit der Vermehrung, welche dadurch noch gröfser ist, dafs in den Blattachseln nicht eine, sondern mehrere Knospen angelegt werden, ist bei den Vertilgungsversuchen wohl zu beachten. Es kommt noch hinzu, dafs an der Kontaktstelle mit der Nährpflanze häufig Adventivsprosse entstehen. Im Innern der *Cuscuta*-Rinde angelegt, durchbrechen sie diese nach Analogie der Nebenwurzeln und bilden sich entweder zu Blütenständen oder, wenn die Gesamtpflanze verletzt wurde, zu vegetativen Trieben aus.

Interessant ist, dafs jüngere Zweige sich um ältere schlingen und in diese ihre Haustorien einsenken, wodurch verschiedene Schmarotzerexemplare einander ernähren können.

Die ersten zur Haustorialbildung führenden oder diese begleitenden Zellteilungen zeigen sich so ziemlich in allen Rindenlagen und in der Epidermis selbst. Während die letztere vorläufig nur radiale Wände einschiebt, sich also in vollständig normaler Weise räumlich vergröfsert, sind es die Rindenschichten und besonders die zweite unterhalb der Epidermis, welche durch Teilungen, die in der Längsrichtung der Hauptachse, und zwar tangential verlaufen, ihre Reihen zu verdoppeln suchen. Die Zelllage, welche in der Entstehungsgeschichte des Haustoriums eine hervorragende Rolle spielt, zeigt schon in frühen Entwicklungsstadien einen dichteren, protoplasmatischen Zellinhalt, sowie schärfer und zusammenhängender hervortretende Teilungen.

Die Epidermiszellen, welche gerade über dieser endogenen Neubildung der zweiten subepidermalen Zelllage sich befinden, bleiben im Wachstum zurück, während die diese Stelle rings umschliefsenden Oberhautzellen unter tangentialer Teilung eine Streckung nach der

Nährpflanze hin erfahren und somit einen kranzförmigen Wulst um die zentrale, zurückgebliebene Partie bilden, deren Zellen sich allerdings auch teilen, aber nicht vergröfsern. Unterstützt wird diese Wallbildung durch Vergröfserung und Teilung der Zellelemente der ersten Zelllage unterhalb der Epidermis.

Diese haustoriale Ansatzfläche (Fig. 62, *4 c*) ist aber nicht das Wesentlichste; am wichtigsten ist der Achsenzylinder des Saugorgans, der Haustorialkern (Fig. 62, *4 hk*), der aus tiefer liegenden Zellschichten hervorgeht und auf die Entwicklung der Ansatzfläche keinen Einflufs hat, da diese der Hauptsache nach bereits angelegt ist, ehe die Kernanlage nennenswerte Dimensionen hat.

Diese entsteht aus dem bereits erwähnten, durch tangentiale und radiale Teilung der zweiten subepidermalen Rindenschicht hervorgegangenen Meristemherde, dessen nach der Peripherie hin gerichtete Seite zum Vegetationspunkt sich ausbildet, während die dahinter gelegenen Zellreihen in der Nähe des Gefäfsstranges durch Teilung ebenfalls in einen kleinzelligen Zustand übergeführt, allmählich zum Basalteil des Haustoriums sich ausbilden.

Das junge Haustorium stellt nun einen etwa stumpf kegelförmigen Körper dar, dessen Spitze durch die äufserste Teilungsschicht der erwähnten zweiten Zelllage gebildet ist. Die Zellen dieser Spitze sind lang zylindrisch, bereits gestreckt, derart, dafs die längsten das Zentrum einnehmen, die ganze Initialschicht also eine nach der Nährpflanze hin gerichtete Konvexität darstellt.

Durch tangentiale Teilung der Zellen der ersten subepidermalen Rindenlage über dem Vegetationspunkte des Haustorialkerns entsteht eine Art Kappe, welche bei der weiteren Entwicklung des Saugorgans zusammengedrückt und durchbrochen wird. Bei dem Eindringen des Haustorialvorstofses in die Nährpflanze werden die Zellen der Kappe, sowie die der vorliegenden, mittlerweile auch gegen die Nährpflanze herangewachsenen Epidermiszellen in diese mit hineingeprefst und zu einer gelblichen Masse aufgelöst (Korkmasse; Fig. 62, *4 k*). Bald nach seinem Eindringen erscheint der Haustorialkörper jetzt vollständig aus reihenweise angeordneten, an der Spitze schlauchförmigen Zellen zusammengesetzt, die basal mit dem Gefäfssystem des Mutterorgans, seitlich mit dessen tieferen Rindenlagen in direkter Verbindung stehen. Die schlauchförmigen Initialen des Haustorialkerns werden nur so lange zusammengehalten, als sie sich noch im Innern der *Cuscuta*-Rinde befinden. Mit ihrem Eintritt in das parenchymatische Gewebe der Nährpflanze beginnen sie ein selbständiges Wachstum, wobei sie meist ihren bisherigen trüben protoplasmatischen Inhalt verlieren.

Das ausgebildete Haustorium besteht, soweit es in der Nährpflanze, dem Lein, sich befindet, aus schlauchförmigen Zellen, die an ihrer angeschwollenen Spitze in dem Nährgewebe der Rinde weiter wachsen und von Zeit zu Zeit Querwände einschieben. Diese Zellen ähneln sehr einem Mycel. Die zentrale Partie dieses Haustorialvorstofses behält seine Zellen ziemlich seitlich in Zusammenhang, während die peripherischen Reihen sich allseitig pinselartig in der Rinde ausbreiten. Die Mittelpartie des „Haustorialmycels“ gelangt mit ihren Initialen an den Holzkörper wie an den Weichbast; ihr Wachstum ist am Holzkörper vorläufig beendet; dagegen ist mittlerweile hier die Gefäfsbildung in der Weise vor sich gegangen, dafs die Zellmembranen einiger zentraler Haustorialzellen, die noch in dem Mutterorgan des Haustoriums

liegen, sich ring- oder netzförmig verdicken. Später stellt sich die Verbindung des Gefäſskörpers des Haustoriums mit dem der Mutterachse dadurch her, daſs sich die polyedrischen Basalzellen des Haustoriums auch verdicken.

Die Haustorien sind, wie Peirce [1]) gezeigt hat, als reduzierte, laterale Wurzeln mit bicollateralen Gefäſsbündeln aufzufassen.

In bezug auf die Entwicklungsgeschichte herrscht zwischen dem Haustorium von *Cuscuta Epilinum* und dem von *C. Epithymum* vollständige Übereinstimmung; die fertigen Saugorgane differieren etwas, was wohl von dem Charakter der Nährpflanze herrühren dürfte. Die Haustorien an der Kleepflanze selbst sind auch verschieden, je nachdem sie gerade auf ein Gefäſsbündel der Nährpflanze aufstoſsen oder dasselbe nur tangieren oder auch direkt in den interfascicularen Geweben verlaufen.

Bei dem Eindringen in ein Gefäſsbündel gehen die Zellen des Haustoriums zwischen den stark verdickten Zellen des Hartbastes hindurch in den Weichbast, lassen denselben aber später links und rechts liegen, biegen in das interfasciculare Gewebe ein, um nach dem Markkörper des Kleestengels vorzudringen. Die frei nach allen Richtungen hin verlaufenden, mycelähnlichen peripherischen Schlauchzellen des Haustoriums verlaufen quer und längs in dem Nährstengel; sie gehen besonders in der letztgenannten Richtung von der Eintrittsstelle des Haustoriums hoch in die betreffenden Stammteile der Nährpflanze hinauf.

Die um ein Gefäſsbündel herumgehenden oder gar von Anfang an zwischen denselben hinwachsenden Haustorialinitialen haben natürlich ein leichteres Eindringen, und bei ihnen kommt das selbständige Wachstum schneller zum Ausdruck. Ein Bündel derartiger Haustorialfäden kann die Markzellen des Kleestengels geradezu auseinanderdrängen und einen Teil derselben zerstören. Die Haustorialinitialen wachsen dann durch die parenchymatischen Zellen hindurch in einem so wirren Knäuel durcheinander, daſs derselbe nur mit einem Mycelknäuel verglichen werden kann.

Der dritte und einfachste Fall des Eindringens des Haustoriums, bei welchem der Haustorialvorstoſs mit seiner gesamten Zellmasse zwischen je zwei Gefäſsbündeln der Nährpflanze zu liegen kommt, stimmt am vollständigsten mit der Durchsetzung der *Cuscuta Epilinum* überein. Der Lein mit seiner starken Rindenlage neben dem nährstoffreichen, üppig den Parasiten nährenden, leicht erreichbaren Weichbast bietet ein genügendes Feld für die Ausbreitung der Haustorialfäden, so daſs diese kaum nötig haben, die Hindernisse, welche der Holzkörper einem Eindringen in die schwachen Marklagen entgegensetzen würde, zu überwinden. Namentlich häufig bei der Kleeseide dringen Haustorien auch in den Blattstiel, junge Blätter oder Blattscheiden ein. Bei dem Eindringen in den Blattstiel breitet sich das „Haustorialmycel" sofort ziemlich frei in der das Gefäſssystem umgebenden Parenchymlage aus.

Bei der Blattspreite bemerkt man, daſs zunächst der *Cuscuta*-Trieb durch seine Windungen dieselbe zusammendrückt. Der erste Vorstoſs

---

[1]) A contribution to the physiology of the Genus Cuscuta in Ann. of Botany VIII, 1894, p. 53. — Verf. gibt hier auch Beobachtungen über das Eindringen der Haustorien und die Keimung der Samen.

des Haustoriums in das zerknitterte Kleeblatt erfolgt mit solcher Gewalt, daſs, falls von ihm keines der Blattgefäſsbündel getroffen wird, der gröſste Teil der Haustorialinitialen durch das weiche Mesophyll des Blattes hindurch gelangt und von hier aus noch in weitere Lagen der zusammengefalteten Blattspreite eintritt. Das zerknitterte Blatt wird an diesen Stellen geradezu zusammengeheftet. In den einzelnen, seitens des Haustorialvorstoſses perforierten Blattlagen bleiben eine Anzahl von Haustorialinitialen zurück und durchwuchern das zartwandige Blattparenchym, wobei die Haustorialfäden durch die Nährzellen hindurchgehen, ohne sie zu töten.

Die Anheftung der Haustorien scheint nach Mohl dadurch stattzufinden, daſs das an der angelegten Ansatzfläche vorhandene, in Wasser und Alkohol lösliche Sekret das Anhaften vermittelt. Dieses Sekret dürfte das Eindringen des Haustorialkerns in die Nährpflanze erleichtern, indem durch dasselbe möglicherweise eine Verschleimung der Epidermis des Wirtes eingeleitet wird. In die derartig vorbereitete Nährrinde dringt nachher, unterstützt durch die engen Windungen des *Cuscuta*-Stengels, die den Rückstoſs ausschlieſsen, der mechanisch sich hineinpressende Haustorialvorstoſs, der die Epidermiszellen der Nährpflanzen verletzt und mit in das darunterliegende Rindengewebe hineinpreſst; liegen die Haustorialinitialen einmal in dem parenchymatischen Rindengewebe, in das sie noch in geschlossener Masse eingedrungen, dann geben sie das gemeinschaftliche Vordringen auf; sie wuchern unter losem oder vollständig aufgehobenem seitlichen Zusammenhalt im Parenchym wie Pilzhyphen. Bei der Balsamine lieſs sich beobachten, daſs der Haustorialfaden seine zuerst mit der Membran der Nährzelle in Berührung getretene Spitze eine schwache Abflachung bilden läſst und an dieser eine organische Verschmelzung der beiderseitigen Zellmembranen einleitet. Mit deren Beendigung sind an der Kontaktstelle beide Wände zu einer optisch nicht mehr unterscheidbaren, homogenen Zellulosepartie vereint. Hier bildet sich nun zuerst eine nach dem Lumen der zu durchsetzenden Nährzelle hin hervorragende, kleine Aussackung aus, die sich mehr und mehr vergröſsert und die weiter wachsende Spitze des Fadens darstellt. Diese Spitze wächst alsdann in die Zelle, legt sich an die der Eintrittsstelle entgegengesetzte Wand an, um auf dieselbe Art auch diese zu durchbohren.

Physiologisch interessant ist es, daſs sich gar keine Störung, nicht einmal eine Verminderung in der Turgescenz der Nährzellen erkennen läſst; man wird daher wohl annehmen können, daſs kein mechanischer Druck, sondern lediglich chemische Schmelzung bei dem Eindringen der Haustorialfäden zur Anwendung gelangt. Dickwandige Bast- und Holzzellen werden nicht durchsetzt, sondern umgangen oder aus ihrem Verbande gesprengt.

An die luft- oder wasserführenden Gefäſselemente der Nährpflanzen, denen das Haustorium einen Teil seines Wasserbedarfs zu entnehmen vermag, legen sich von dessen Initialen einzelne, und zwar gewöhnlich die zentralgestellten an, treiben hier sackförmige Ausstülpungen und verdicken sich, indem sie ihr Wachstum beschlieſsen, ring- bis netzförmig. Jüngere, noch Protoplasma besitzende Gefäſszellen sowie Tracheïden der Blattstiele und Blattnerven erfahren häufig eine den parenchymatischen Zellformen entsprechende Durchsetzung. In gröſseren Lufträumen der Nährpflanze fehlt den Endzellen der Haustorialfäden die Gelegenheit weiterer Ernährung; sie schlieſsen alsdann ihr Wachstum

ab und treiben blasenförmige Anschwellungen, die mit der Zeit zusammenfallen.

Die Anatomie des Stammes und der Wurzel ist bei der Flachs- und Kleeseide ebenfalls meist übereinstimmend. Gegenüber den anderen Dicotylen unterscheidet sich *Cuscuta* durch einen an Spaltöffnungen sehr armen, mit nachträglichem Dickenwachstum im Sinne der Dicotylen nicht begabten Stengel. Es erscheinen im Grundgewebe nicht mehrere procambiale Bündel, sondern nur ein einziges zentrales, mit einer gröfseren Anzahl von Gefäfsgruppen, deren Ausbildung nur insofern von den Haustorien abhängt, als ihre Verstärkung mit eintretender Haustorialarbeit sich bedeutend steigert. Angelegt sind die Gefäfsverdickungen auch an der haustorienlosen Keimpflanze.

Aus dem zentralen Procambiumstrange scheiden sich allmählich fünf Gefäfsbündelgruppen mit je zwei bis sieben Gefäfszellen aus; ihre Anordnung ist keineswegs eine scharf kreisförmige, sondern sie liegen mehr oder minder unregelmäfsig in dem zentralen Gewebestrange. Die nach der Gefäfsbildung übrigen Partien des Procambiumstranges bleiben, soweit sie über oder schwach seitlich an den Gefäfsgruppen liegen, zartwandig und werden eng und gestreckt. Das Längenwachstum kann hier sogar noch andauern, so dafs Zellformen entstehen, welche denjenigen des Weichbastes der dicotylen Gewächse mehr oder weniger entsprechen; sie leiten die Eiweisstoffe. Die zentralen sowie stellenweise die interfascicularen Partien des Procambiumstranges werden durch Teilung kurzzellig und bilden ein scheinbares Mark. Dieses Mark ist keineswegs dem gleichnamigen Gewebe der andern Dicotylen gleichwertig. Es entsteht nicht aus dem Meristem des Vegetationspunktes, sondern aus dem Procambium und gehört somit entwicklungsgeschichtlich zu dem Gefäfsbündel. Eine nachträgliche Verstärkung der Gefäfsbündel seitens cambialer Zonen findet nicht statt, also Stammverdickung im Sinne der dicotylen Gewächse ist ausgeschlossen. Ebenso fehlen dem Gefäfsbündel die mechanischen Zellformen; es ist weder von Holzzellen noch von Bastfasern etwas wahrzunehmen. Die Gefäfselemente bestehen aus Tracheïden mit porösen, geschlossenen Querwandungen; selten kommen unter den später entstandenen, netzförmigen Zellformen echte Tracheen mit vollkommener Perforation vor.

Die übrigen *Cuscuta*-Arten weichen von dem geschilderten Verhalten der beiden Arten mehr oder weniger ab, worauf hier nicht einzugehen ist.

Der Bau und die Verzweigungsverhältnisse des Stammvegetationspunktes sind im Gegensatz zu dem der Wurzel dem dicotylen Entwicklungstypus entsprechend. Manche Arten, wie z. B. *monogyna* (nach SCHLEIDEN) und andere lassen am Keimling schon Blattanlagen erkennen; andere zeigen nur die Achse entwickelt. Selbst da, wo der Keimling im Samen schon Blattanlagen besitzt, sind dieselben nicht den Cotyledonen vergleichbar, sondern sie sind als Schuppenblätter aufzufassen, gleich denen, welche sich in späteren Entwicklungsstadien der Pflanze an deren Stammteilen vorfinden. Sobald sich als seitliche Protuberanz das junge Blatt vom Vegetationspunkt des Stammes in die Höhe gewölbt hat, zeigt sich bald direkt über ihr ein zweiter Höcker, der junge Sprofs. Unter diesem erst angelegten Sprofs entstehen ohne vorhergehende Deckblattbildung von demselben schuppenförmigen Blattorgan umhüllt noch eine Anzahl reihenweis gestellter Knospen. Die ältesten Glieder dieser Knospenreihe (gewöhnlich zwei)

treiben sofort nach ihrer Anlage aus und werden vegetative Sprosse, während die zwei bis vier zurückgebliebenen gern zu Blüten- und Fruchtständen sich ausbilden; an den alten Pflanzen werden die an den letztgebildeten Stengelteilen entstehenden Knospen sämtlich zu Blüten.

Neben den normal angelegten Sprossen können auch an älteren Stammteilen adventive Sprosse entstehen. Die Entstehung der Adventivsprosse erfolgt an den Orten der stärksten Ernährung, also in der Nähe der Haustorien; sie sind architektonisch überzählig, physiologisch von grofser Bedeutung, entwickeln sich aber bei den Cuscuten nicht etwa nur durch Reiz, z. B. nach Verwundung, sondern auch ohne äufsern Anlafs. Bemerkenswert ist, dafs sie nur an der Kontaktseite mit der Nährpflanze (oft zu 20 bis 30) auftreten und sich meist zu Inflorescenzen ausbilden. Gegenüber den normalen Sprossen, welche dicht unter der Epidermis entstehen und diese in die Höhe heben, also exogen angelegt werden, erscheinen die Adventivsprosse endogen, also tief im Rindengewebe angelegt und durchbrechen die vor ihnen liegenden Schichten.

Die Blüten- und Fruchtbildung stellt sich, wie bereits erwähnt, früher ein, wenn der Parasit nicht ausgiebig genug ernährt wird, sei es, dafs die zusagenden Wirtspflanzen nicht genügend entwickelt oder dafs die Nährpflanzen nicht zusagend sind (Gräser, Schachtelhalme).

Die Gröfse der Samen ist sehr verschieden, je nachdem von den vier Ovulis sich Samen ausbilden. Je weniger Samen in der Kapsel, desto gröfser das einzelne Korn, was für die Reinigung der Saatware sehr ins Gewicht fällt. Die Samen reifen schnell, bisweilen schon nach ungefähr 14 Tagen.

Nach Koch und anderen geht die Samenepidermis aus der ehemaligen epidermalen Zelllage der Samenknospe hervor; während des Reifungsprozesses führt diese Lage Stärkekörner mit Chlorophyllüberzug. Nach und nach schwinden diese. Die zweite Testaschicht, aus säulenförmigen, dünnwandigen Zellen gebildet, entsteht aus der subepidermalen Zelllage des Ovulums. Die Reaktionen beider Zellschichten weisen auf Verkorkung hin. Die dritte Lage der Samenschale besteht aus sehr dickwandigen, das Lumen nur als schmalen Spalt belassenden Zellen von säulenförmiger Gestalt und Zellulosereaktion der Wandung. Die zusammenstofsenden Längswandungen verschmelzen miteinander. Eine vierte Schicht der Testa besteht zur Zeit der Samenreife nur noch aus zusammengedrückten Membranen und Protoplasmaresten des ehemaligen Knospenkernes.

Manche Samen haben ein weifslich schimmerndes Ansehen (*Cuscuta Epithymum*); dies kommt daher, dafs die stark aufquellbaren, prismatischen, platten oder quadratischen Epidermiszellen in Folge äufserer, mechanischer Einwirkungen stark verletzt werden. Ihre Aufsenwände (bedeutend weniger schon die Seitenwände) zeigen sich so ziemlich vollständig zerrissen und erscheinen in Gestalt faseriger Stücke. Haberlandt gibt unter der sogenannten vierten oben erwähnten noch eine fünfte Testaschicht an, die einfach und collenchymatisch erscheint. Diese von den innern Endospermzellen durch regelmäfsigere Gestaltung der Zellen abweichende Lage gehört nicht zur Samenschale, sondern zum Sameneiweifs, dessen Kleberschicht sie ist.

Die Zahl der Windungen des embryonalen Stammes, die selbst bei ein und derselben *Cuscuta*-Spezies keine vollständig konstante ist, variiert bei den verschiedenen *Cuscuta*-Arten nicht unwesentlich.

Die beste Entwickelung der Seidenarten findet auf den Leguminosen statt, namentlich auf Klee, Wicke und Luzerne. Doch gibt es davon auch Ausnahmen, wie z. B. die Buschbohne (*Phaseolus vulgaris*) und die Kichererbse (*Cicer arietinum*), welche selten befallen werden. Von den Pflanzen aus anderen Familien fand Haberlandt [1]), dafs Lein, Hanf und Sonnenblumen den Haustorien des Parasiten kein Eindringen gestatten; Leindotter, Runkelrübe, Buschbohne und Mais fristen der Seide für kurze Zeit das Leben; dagegen scheinen Umbelliferen, (Fenchel, Anis, Coriander) und die Brennessel günstige Wirtspflanzen zu sein, da auf ihnen der Schmarotzer zum Blühen und teilweise auch zur Samenreife gelangt. Nicht unbeachtet darf aber der Entwickelungszustand der Nährpflanze bei der Beurteilung der Empfänglichkeit bleiben. Sehr derbwandige Zellmembranen scheinen selbst bei den zusagendsten Nährpflanzen ein Eindringen der Haustorien zu verhindern, da Haberlandt bei Aussaaten im Hochsommer sah, dafs solche Wirtspflanzen vollkommen unbefallen blieben. Dafs auch der Entwickelungszustand des Schmarotzers von Einflufs ist, ergibt sich aus der Beobachtung Haberlandt's, dafs selbst im jungen Zustande Linse und Buschbohne von Keimlingen der *Cuscuta* nicht angegriffen werden, sondern erst stärkeren Sprossen des älter gewordenen Schmarotzers erliegen.

Aufser den genannten Nährpflanzen ist die Kleeseide noch auf vielen anderen Pflanzen beobachtet worden; verschiedene Gegenden zeigen manchmal einzelne Gattungen speziell häufig befallen, und bemerkenswert ist in dieser Beziehung ein Beispiel aus Südtirol, wo die Seide (*C. Epithymum*) nicht selten auf Weintrauben angetroffen wird; solche befallene Trauben haben den Namen „bärtige Trauben“ erhalten.

Die gewöhnliche Seide, *Cuscuta europaea L.*, hat mit der vorigen Art einen Teil der Nährpflanzen gemein, da sie auf *Urtica, Humulus Lupulus, Cannabis sativa, Salix, Populus, Aconitum, Tanacetum* u. a. vorkommt.

Während die Kleeseide erst seit Beginn dieses Jahrhunderts in gröfserem Mafsstabe aufgetreten zu sein scheint, ist die Flachsseide schon länger als Plage der Landwirtschaft bekannt [2]); aufser den Flachs (*Linum usitatissimum* L.) scheint sie, wie Nobbe [3]) bei Aussaatversuchen gefunden, auch den Hanf zu befallen, und unter *Spergula* vorzukommen. Letzteres Vorkommen dürfte dann zu bemerken sein, wenn das Saatgut des Spörgels durch Aussieben aus *Linum* gewonnen worden ist. [4]) Von dem Vorkommen der *C. Epilinum* auf Balsaminen ist bereits die Rede gewesen (S. 504). Von geringerer Bedeutung ist bei uns die Lupinenseide (*C. lupuliformis* Krocker), welche aufser auf Lupinen auch auf Weiden, Pappeln und Ahorn vorkommen soll; sie findet sich häufiger in Böhmen, Mähren und Osteuropa. Unbeständig in ihrem

---

1) Über Kleeseide in Österr. landw. Wochenbl. 1876, Nr. 39/40, cfr. Biedermanns Centralbl. 1876, II, S. 376.

2) Balthasar-Ehrhart, Ökonomische Pflanzenhistorie usw. Ulm u. Memmingen 1760. VII. Teil, S. 121.

3) Wiener landwirtsch. Zeit. 1873, Nr. 31.

4) Landwirtsch. Versuchsstationen 1878, S. 411.

Auftreten ist die mit dem französischen Luzernesamen eingeschleppte Luzerneseide (*C. racemosa* Mart.). Von Amerika stammt die in den Mainauen bei Miltenberg als gefährlicher Weidenfeind aufgetretene *C. Gronovii* Willd. In Ungarn kommt *C. obtusiflora* Humb. auf Weiden vor, deren befallene Ruten unbrauchbar werden. Es wird hier das von Kühn zur Entfernung der auf Weiden ebenfalls auftretenden *C. europaea* und *monogyna* empfohlene Mittel des Abschneidens der Ruten anzuwenden sein. Das Abschneiden mufs vor Beginn der Blüte (also im Juni oder Anfang Juli) stattfinden. Da aber manche Seidesamen selbst unter den günstigsten Keimungsbedingungen erst im zweiten oder dritten Jahre auflaufen, so hat man mindestens drei Jahre hindurch die erkrankt gewesenen Pflanzungen betreffs des Auftretens neuer Infektionsherde im Auge zu behalten.

Unter den Vorbeugungsmitteln gegen den schlimmsten Feind, die Kleeseide, ist jedenfalls das von Kühn hervorgehobene als das wesentlichste und wirksamste am meisten zu empfehlen. Es besteht in der peinlichen Sorgfalt bei der Auswahl des Saatgutes. Diese Auswahl wird jetzt bereits wesentlich durch eine Anzahl Versuchsstationen erleichtert, welche nach Nobbe's Vorgang die Kleesaat auf Seidesamen untersuchen. Wenn man gezwungen ist, ein Saatgut zu verwenden, das nicht seidefrei ist, dann empfiehlt Kühn das Reinigen der Ware durch Siebe, welche genau 22 Maschen auf 7 qcm haben. Die *Cuscuta*-Samen sind durchschnittlich viel kleiner als ausgereifte Rotkleesamen, aber nur etwas kleiner als Weifsklee und daher ist die Maschenweite der Siebe von gröfster Bedeutung. Den Siebabfall dem Futter beizumengen, ist aber durchaus nicht geraten, da es festgestellt ist, dafs der Seidesamen unzerstört den Verdauungskanal des Tieres verläfst und somit keimungsfähig wieder auf den Acker mit dem Dünger kommt. Ausschliefslich sich auf die Siebe verlassen zu wollen, ist aber nach Nobbe's gründlichen Erfahrungen nicht ratsam. Die Seidekörner stimmen in der Gröfse sowie in dem absoluten und spezifischen Gewichte mit den Samen des weifsen und schwedischen Klees so nahezu überein, dafs weder Spreufege noch Sieb einen vollkommenen Erfolg versprechen. Aber auch bei den grofskörnigeren Samen von Luzerne, Rot- und Inkarnatklee kann nicht für absolute Entfernung der Kleeseide garantiert werden, da deren Samen auf üppigen Nährpflanzen bisweilen eine Siebmasche von 1 mm nicht zu passieren vermögen.

Zu den Hauptvorbeugungsmitteln gehört auch eine ängstliche Sorgfalt betreffs Vermeidung der gelegentlichen Verbreitungswege. Man darf nicht allein den Siebabfall, wie oben erwähnt, nicht als Viehfutter verwenden, sondern man mufs auch vermeiden, seidehaltigen Klee zu verfüttern. Wenn Jungvieh mit Raps- und Leinkuchen gefüttert wird, sind diese Futtermittel vorher zu untersuchen. Sempolowski[1]) stellte nämlich eine Infektion des Kleeackers, der mit reinem Saatgut bestellt war, durch Aufbringen von Jungviehdünger fest; die Tiere waren mit Ölkuchen gefüttert worden, welche unzerstörte Kleeseidesamen enthielten. Solcher Same findet auch nicht selten seine Verbreitung durch Timotheegrassaat.

Man könnte auch daran denken, durch Düngung eine erhöhte Widerstandskraft des Klees gegen den Schmarotzer hervorzurufen.

---

[1]) Über die Widerstandsfähigkeit der Kleeseide usw.; cit. in Zeitschrift d. landw. Centralver. d. Prov. Sachsen 1881, S. 19.

Man weifs darüber vorläufig nach Untersuchungen von LAURENT[1]) nur, dafs Kalisalze und Kalk die Resistenz vermindern, während Phosphorsäure sie erhöht.

Auch durch die Anbaumethode läfst sich einer möglichen Ausbreitung des Schmarotzers schon entgegenwirken. So liegen sehr günstige Erfahrungen über die Anwendung der mit Esparsette gemischten Kleesaat vor. NATHUSIUS verwendet aufserdem noch Luzerne; die Aussaat erfolgt gewöhnlich unter gedrillten Weizen und die Esparsette wird bei der Bearbeitung des Weizens mittels der Pferdehacke untergebracht, Luzerne und Klee dann ausgesät und mittels der Walze oder Egge leicht mit der Ackerkrume vermischt. Im ersten Jahre überwiegen meist Klee und Esparsette, während bei dem zweiten und dritten Schnitt schon die Luzerne sich üppig zu entwickeln beginnt. Wenn die Seide den Klee tötet, breitet sich die der *Cuscuta* wenig zugängliche Esparsette aus und bringt den Schmarotzer zum Verschwinden, ehe die spät sich entwickelnde Luzerne befallen werden kann.

Von den vielen Vertilgungsmitteln der Seide mögen nur einige wenige hier einen Platz finden. Tritt der Schmarotzer an der Luzerne auf, so soll das Abstofsen der befallenen Luzernepflanzen mittelst einer geschärften Schaufel sich als sehr vorteilhaft herausgestellt haben. Dieses Abstofsen mufs so tief geschehen, dafs eine flache Erdschicht von der Schaufel mitgenommen wird. Die abgestofsenen Pflanzen werden auf dichten Wagen vom Felde gefahren. Der Wurzelhals der Luzerne soll nach einem Regen bald wieder ausschlagen und die Seide verschwunden sein. Vorausgesetzt wird dabei, dafs jede Spur von Seide vom Felde weggefahren wird. Auch das Entfernen der wilden Seide in der Nähe der Felder ist empfehlenswert.

Radikaler noch soll nach WAGENBICHLER das Übergiefsen der befallenen Stellen mit verdünnter Schwefelsäure wirken (auf einen Teil Säure 200—300 Gewichtsteile Wasser). Allerdings wurden dadurch aufser der Seide auch Klee und Luzerne getötet; nur Timotheegras soll unversehrt geblieben sein[2]). An Stelle des Begiefsens bediente sich J. BECKER zur Vertilgung der Seide des Bestreuens mit einem Kalisalz[3]). Am Tage nach dem Bestreuen waren Klee- und Luzernepflanzen mit dem Schmarotzer vollständig braun, wie verbrannt. Nach acht Tagen hatte sich die Luzerne wieder erholt, die Kleepflanzen aber und auch der Schmarotzer blieben tot. Auch im folgenden Jahre zeigte sich auf den früher befallenen Stellen keine Seide. Das einmal von England als sehr sicher empfohlene Begiefsen mit Eisenvitriol tötet den gerbsäurehaltigen Schmarotzer, aber auch seine Nährpflanze. Als bestes Mittel erklärt NOBBE das Bedecken der befallenen Stellen und deren nächster Umgebung mit einer 2—3 dcm hohen Schicht kurz geschnittenen Strohes, das, darauf mit Petroleum befeuchtet, angezündet wird.

Das Anfeuchten und Verbrennen des Strohes wird durch das Ersticken der Seidenpflanzen ersetzt werden können. Es werden die Stoppeln der abgemähten Seidenstellen etwa 25—30 cm über den Infektionsherd hinaus mit einer Substanz dicht eingedeckt, welche die Luftzirkulation möglichst verhindert. Kurz geschnittenes Häcksel, in

---

[1]) Cfr. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XII, 343.
[2]) Fühlings Neue landw. Zeit. 1871, Heft 6, S. 475.
[3]) Ebend. Heft 10, S. 704.

etwa 10 cm hoher Schicht fest angeschlagen, hat sehr guten Erfolg gezeigt. Andere, billig zu verschaffende Streumaterialien, die dicht sich zusammenschlagen lassen (Weintreber), werden dieselben Dienste tun. Neuerdings verwendete man Gips, der auf die abgemähten Seidestellen gebracht, einige Zentimeter hoch mit Feinerde bedeckt und nach fünf Tagen mit Jauche begossen wurde. Unter der sich bildenden Kruste erstickt die Seide, während der Klee durchbricht. Eine Angabe, die noch weiterer Prüfung wert ist, empfiehlt das Bestreuen der Seideherde bei offenem Frostwetter mit Ätzkalkstaub, der als Rückstand bei Kalköfen gewonnen wird.

Scrophulariaceae.

Nur eine kleine Gruppe, die Rhinantheen, müssen als Halbschmarotzer angesehen werden; wenn sie auch mit Haustorien in das Wurzelsystem anderer Pflanzen eindringen und sich auf diese Weise als Parasiten dokumentieren, so zeigt doch das äufsere Aussehen (mit Ausnahme von Lathraea) eine so normale grüne Farbe, dafs man lange an der parasitären Natur dieser Pflanzen gezweifelt hat. Ihre Bedeutung für andere Pflanzen ist gering, da sie wohl kaum jemals gröfseren Schaden stiften. Es wäre ja denkbar, dafs Wiesengräser in ihrem Wachstum beeinträchtigt werden, wenn sie stark von *Euphrasia*, *Alectorolophus* u. a. befallen werden, aber Näheres ist darüber bisher nicht bekannt. Häufig findet man auf Wiesen den Graswuchs an denjenigen Stellen, wo diese Halbschmarotzer in gröfseren Mengen beisammen wachsen, dünn und spärlich, so dafs es den Anschein erweckt, als ob eine Schädigung stattfindet.

Wir können uns in der Behandlung kurz fassen, da die Verhältnisse in vieler Beziehung Ähnlichkeit mit früher beschriebenen haben. Das Schmarotzen erfolgt bei den meisten Arten in ganz ähnlicher Weise wie bei dem S. 489 beschriebenen *Thesium*. Die Haustorien bilden bei *Alectorolophus*, dem Klappertopf, ebenfalls kleine, den Wurzelverzweigungen seitlich anhängende Organe, die aber viel einfacher gebaut sind. Kommt ein Haustorium auf die Wurzel einer Monocotyle, etwa eines Grases, so biegt sich in der Regel die Rindenschicht des Haustoriums unter Zerstörung des Rindenparenchyms der Nährwurzel an die Gefäfsbündelscheide derselben an. Der Kern des Haustoriums sowie der in das Holz eindringende Saugfortsatz sind nur von einem einzigen Gefäfsbündelstrange durchzogen, dessen Zellen verdickt sind und mittelst grofser Löcher miteinander in Verbindung stehen. Wie bei allen anderen Saugorganen, steht auch hier der Gefäfsbündelstrang des Haustoriums in direktem Zusammenhange mit den Gefäfsbündeln der Nährwurzeln. Genau wie bei *Thesium* legt sich das Haustorium bei dicotylen Wurzeln dem Holzkörper an, während es bei monocotylen Wurzeln in denselben eindringt und ihn zersprengt.

Hinsichtlich des Baues der Saugorgane herrschen bei den Gattungen einzelne Verschiedenheiten. So trägt z. B. *Melampyrum arvense* an seinen langen, unverzweigten Wurzeln nur wenige Haustorien, von denen zur Blütezeit nur noch wenige mit der Nährpflanze in Verbindung stehen. Ihre Gestalt ist noch einfacher als bei *Alectorolophus*, da sie nur eine seitliche Anschwellung der Wurzel darstellen. *Pedicularis* dagegen hat wieder Haustorien, die denen von *Alectorolophus* gleichen. Sehr klein sind die Haustorien bei *Euphrasia officinalis*, über deren

Parasitismus erst die Untersuchungen der letzten Jahrzehnte Licht verbreitet haben.

Mit der Biologie der Rhinantheen hat sich besonders E. HEINRICHER[1]) eingehend beschäftigt, indem er durch Kulturversuche die Art ihrer Ernährung feststellte. Während wahrscheinlich die Bildung der Haustorien durch einen chemischen Reiz veranlafst wird, der von der Nährwurzel auf die Wurzel des Schmarotzers ausgeübt wird, keimen die Samen ganz unabhängig von jeder äufseren Einwirkung. Die Versuche beziehen sich auf *Odontites rubra*, *O. lutea*, *Euphrasia*-Arten und *Alectorolophus*. Werden diese Pflanzen ohne Nährpflanzen in dichter Saat ausgesät, so wachsen sie zwar üppig, aber nur wenige Individuen bringen es zur Blüten- oder Fruchtbildung. Am günstigsten verhält sich in dieser Beziehung die erstgenannte Pflanze; nur werden die Exemplare bei zu grofser Dichte zwergenhaft und verkrüppelt. Haustorien werden bei dieser Kulturmethode stets gebildet, und wir finden hier also den Fall, dafs ein solcher Halbschmarotzer auf Individuen der gleichen Art schmarotzt. *Euphrasia* dagegen geht ohne Nährpflanze ein, in der Mitte zwischen beiden steht etwa *O. lutea*. Ganz anders gestaltet sich das Wachstum bei gleichzeitigem Vorhandensein geeigneter Nährpflanzen. Die Individuen wachsen nicht blofs kräftiger und höher, sondern sie blühen und fruchten auch alle in normaler Weise. Findet die Aussaat der Nährpflanzen gleichzeitig statt, so wird der Parasit kümmerlicher, als wenn die Nährpflanze bereits einen Vorsprung besitzt. Bei zu dichtem Stande der Nährpflanzen wird der Parasit unterdrückt, denn er ist sehr lichtbedürftig und gedeiht nur dann üppig, wenn er den nötigen Raum zur Verfügung hat. Die Auswahl der Nährpflanzen ist keine allzu grofse, doch geht aus HEINRICHERS Versuchen hervor, dafs Dicotylen besser sich eignen als Monocotylen.

Die Keimung der Samen findet nach einer Winterruhe im nächsten Frühjahr statt; indessen bleibt die Keimfähigkeit 2—3 Jahre, bei *Alectorolophus* noch länger erhalten, so dafs auch in späteren Jahren noch Pflanzen auflaufen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dafs die Bekämpfung der Rhinantheen am sichersten dadurch erfolgt, wenn die Nährpflanzen in ihrem Wachstum möglichst gefördert werden. Das geschieht am besten durch geeignete Düngung, bei *Alectorolophus* auch durch Drainage der feuchten Wiesen.

Etwas anders verhalten sich die Gattungen *Bartschia* und *Tozzia*, die den Übergang zwischen den halbparasitischen grünen Rhinantheen zu der chlorophylllosen, rein parasitischen *Lathraea* vermitteln[2]). *Bartschia alpina* keimt ohne Nährpflanze aus und bildet unterirdische Erneuerungstriebe, die zu Laubtrieben werden. Die Blühreife erfolgt schwerlich vor dem fünften Jahre, wahrscheinlich noch später. Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Gattungen und in Übereinstimmung mit *Lathraea* keimt *Tozzia alpina* nur bei Gegenwart einer Nährpflanze aus. Die Keimung erfolgt unterirdisch, und die Keimpflanze lebt, wahrscheinlich mehrere Jahre, vollständig parasitisch und bildet nur dekussierte Niederblätter. Erst wenn sie genügend erstarkt ist, wird sie blühreif und produziert die oberirdischen, grünen Laubtriebe mit den Blüten.

[1]) Die grünen Halbschmarotzer in Pringsheims Jahrb. XXXI u. XXXII.

[2]) HEINRICHER, Zur Entwicklungsgeschichte einiger grüner Halbschmarotzer in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XVII, 1900, S. 244.

Diese Anschauungen über den Grad des Parasitismus bei den grünen Rhinantheen werden auch durch Bonnier's[1]) Assimilationsversuche gestützt. Er fand bei *Melampyrum* nur schwachen Parasitismus, indem die Pflanze aus dem Wirt nur Mineralsubstanzen aufnimmt. Durch viel geringere Assimilation zeigen sich *Alectorolophus* und *Pedicularis* als weit besser angepafste Parasiten, während *Bartschia* nur noch eine so schwache Assimilation aufweist, dafs der Verlust durch Respiration nur bei starker Beleuchtung gedeckt wird. *Euphrasia* endlich zeigt überhaupt keine Assimilation mehr, selbst wenn die günstigsten Beleuchtungsverhältnisse herrschen. Diese rein physiologischen Feststellungen harmonieren mit den Kulturversuchen Heinrichers sehr gut.

Wir haben nun noch den Vertreter des extremsten Parasitismus zu besprechen, zu dem bereits das Verhalten von *Tozzia* eine Art Übergang bildet, nämlich die Gattung *Lathraea* mit den beiden Arten *L. Squamaria* und *clandestina*, von denen die letztere häufig als besondere Gattung abgetrennt wird. Durch die eingehenden Untersuchungen Heinricher's sind wir mit der Entwickelung und den Lebensverhältnissen dieser eigenartigen Parasiten genauer bekannt geworden, und ich mufs, da die hervorgerufenen Schäden wohl nur sehr gering oder gar nicht vorhanden sind, auf diese Arbeiten in bezug auf weitere Einzelheiten verweisen[2]). Die Keimung der Samen von beiden Arten findet nur bei Gegenwart von Nährpflanzen statt, also ist anzunehmen, dafs die Veranlassung dazu eine Art von chemischem Reiz sein wird, der von den Nährwurzeln ausgeht. Bei *L. clandestina* gelingt die Keimung leicht auf Wurzeln von *Corylus*, *Alnus*, *Salix;* wahrscheinlich können aber auch andere Laubhölzer als Wirtspflanzen dienen. Im früheren botanischen Garten zu Berlin wuchs die Pflanze auf Wurzeln von *Salix* und wahrscheinlich von *Robinia* sehr gut, nachdem sie Bouché von Belgien, wo sie auf Eichen vorkommt, dort angepflanzt hatte. Wenn daneben auch angegeben wird, dafs sie auf Gräsern und ein- oder mehrjährigen Kräutern vorkommt, so hat Heinricher mit Recht wohl an der Richtigkeit gezweifelt. Die Samen bleiben mehrere Jahre keimfähig, keimen aber sehr ungleichmäfsig, wahrscheinlich in der Zeit gröfserer Bodenfeuchtigkeit. Der Keimling entwickelt zuerst die Wurzel, die sich schnell verzweigt und mit ihren Auszweigungen sich durch die Haustorien an den Nährwurzeln verankert. Später geht dann das Wachstum sehr langsam vor sich, so dafs das Stämmchen einer 10—20 Monate alten Pflanze erst 2½ cm mafs.

Schwieriger ist unsere einheimische *L. Squamaria* zum Keimen zu veranlassen. Heinricher brachte die Samen zu Stecklingen von *Alnus* und *Corylus*, die ein fein verzweigtes Wurzelwerk besafsen, und bedeckte sie mit fein gesiebter Gartenerde im Freilande. Die Keimung erfolgte sehr ungleichmäfsig und das Wachstum der Stämmchen war noch geringer als bei der anderen Art. Bei beiden Arten zeigte das angelegte Blattpaar bereits die charakteristischen Höhlungen im Gewebe. Die älteren Exemplare von *L. Squamaria* zeigten nun, dafs in einer Tiefe von ½ m oder mehr der Basalteil der Wurzel mit einer dicken Knolle auf der Wurzel der Nährpflanze (meist *Alnus*) aufliegt. Verzweigungen der Wurzel entstehen nur unter dem Basalteil des Rhizoms

---

[1]) Compt. rend. CXIII, 1891, S. 1074).

[2]) Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. 1893, 1894, 1898. — Cohns Beiträge VI. — Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien 1892 u. a.

und gehen zunächst nach allen Richtungen des Raumes auseinander. Erst wenn sie eine Nährwurzel erreichen, beginnen sie mit zahllosen Verästelungen die Wurzel mit einem dichten Gewirr zu umstricken und entsenden gleichzeitig viele Haustorien in sie hinein. Die Haustorien entstehen stets im Verlaufe der Wurzeln des Parasiten, niemals am Ende. An die eigentliche, meist nur kurze Wurzel setzt sich nach oben das schuppenblätterige Rhizom an, dessen morphologischer Aufbau hier nicht weiter interessiert. *L. clandestina* zeigt schon darin eine wesentliche Verschiedenheit von der anderen Art, dafs bei ihr auch am Rhizom eine reiche Wurzelbildung stattfindet.

Da *Lathraea* lediglich Holzgewächse befällt, so kann der angerichtete Schaden, selbst wenn eine Anzahl von Wurzeln abgetötet werden sollte, nicht besonders grofs sein, und wir können uns deshalb, entsprechend ihrer geringen Bedeutung als Schmarotzer, mit den vorhergehenden kurzen Andeutungen begnügen.

Orobanchaceae.

Einen Übergang zu den Orobanchaceen vermittelt die soeben behandelte Gattung *Lathraea*, die früher allgemein in diese Familie gerechnet wurde. Äufserlich zeigt sich zwar durch die gelbbräunliche Färbung, die durch das Fehlen von jeglichem Chlorophyll hervorgerufen wird, eine gewisse Ähnlichkeit, aber entwickelungsgeschichtliche Gründe lassen den Anschlufs von *Lathraea* bei den Rhinantheen als zweifellos erscheinen.

Nach Weise der echten Schmarotzer keimen die Vertreter der Gattung *Orobanche* nur bei Anwesenheit der Nährwurzeln und bringen es zur Weiterentwickelung nur, wenn solche vorhanden sind. Dabei erhält sich die Keimfähigkeit der Samen sehr lange, nach Passerinis Versuchen mindestens bis zum fünften Jahre. Die Keimung erfolgt, gleichviel ob die Samen mit Erde bedeckt sind oder nicht. Die Entwickelung geschieht in verschiedenen Tiefen des Bodens und zu verschiedenen Zeiten, was insofern für den Parasiten günstig ist, als derselbe dadurch verhindert ist, eine Nährwurzel schnell zu erschöpfen, was bei gleichzeitiger Keimung zahlreicher Samen der Fall wäre. Der kleine, im Endosperm eingehüllte Embryo der Orobanchen besitzt keine Cotyledonen und keine Plumula; er bildet ein etwa eirundes Körperchen, das sich durch Neubildung und Streckung der Zellen fadenartig verlängert. Bei der Keimung wächst zunächst die haubenlose Wurzelhälfte hervor und aus dieser entwickelt sich nun der dünne, fadenförmige Keimling, der nicht über 2 mm lang ist. Das eigentliche obere (plumulare) Ende des kleinen Embryo, das gar keine morphologische Gliederung besitzt, bleibt im Sameneiweifs stecken. Das fadenförmige Keimgebilde zeigt, solange es noch aufserhalb der Nährwurzel ist, mit seiner epidermal abgeschlossenen Spitze wellenförmige Biegungen. Wird die Nährwurzel erreicht, so erfolgt der Eintritt, der durch papillöse Auswüchse der Epidermis des Parasiten angebahnt wird. Alsbald sieht man ein Stück des fädigen Keimgebildes in der Rinde der wenig gestörten Nährwurzel; dasselbe dringt nun in die Mitte der Wurzel oder streift auch blofs deren Gefäfsstrang, um zwischen ihm und dem Weichbast hindurch zu gehen und mit dem Eintreten in die der ersten Eingangsstelle des Schmarotzers entgegengesetzte Rindenpartie zu endigen. Es vollzieht sich dabei stets eine organische Verschmelzung

der Zellen des Parasiten mit den Gefäfs- und Weichbastelementen der Nährwurzel.

Infolge dieser Verschmelzung fängt das Keimgebilde an, sich zu verdicken und wird innerhalb der Nährwurzel zum primären Haustorium; die Epidermis des aufserhalb gelegenen Teiles verkorkt. Die nach innen gewendete Spitze des Haustorialkegels sendet nun ihre Zellen reihenweis in das Gefäfsbündel oder die Rinde des Wirtes. Bei den stärkeren Nährwurzeln stellt sich, von der Cambiumzone ausgehend, durch den Reiz des Parasiten eine sehr starke Zellvermehrung ein, die unter Emporhebung der Wurzelrinde zu einem scheidenförmigen, durch Cambium sich verdickenden Ringwulst um den äufseren Teil des Parasiten sich ausbildet. Die aus dieser Cambiumzone hervorgehenden, nach innen gewendeten Elemente bilden sich, besonders da, wo sie an gleichartige Zellen des Schmarotzers stofsen, zu Tracheïden aus und stellen auf diese Weise die tracheale Verbindung des Haustoriums mit dem Gefäfsbündel der Nährwurzel her. Nach aufsen bildet der Cambiumring nur Weichbast und lockeres Parenchym, dessen verkorkende Aufsenlagen, wie es scheint, nach und nach abgestofsen werden.

Jetzt fängt auch das Haustorium an, Wucherungen in die Nährwurzelscheide zu treiben, indem es aus seinem dickeren, peripherisch gelegenen Teile keilförmige, dem Hauptkörper ähnlich gebaute Auswüchse aussendet, so dafs der junge Parasit das Aussehen eines Backenzahnes gewinnt, wobei die Zahnwurzeln in der Achsenwucherung der Nährwurzel eingelassen ruhen.

Sobald ein Teil des Keimfadens der Orobanche in die Nährwurzel eingedrungen ist und zum Haustorium ausgebildet wird, entwickelt sich von dem aufserhalb der Wirtspflanze verbliebenen Teile nun, bevor noch die Haustorialbildung fertig ist, etwa ein Fünftel zu einer knolligen, dem Haustorium direkt aufsitzenden Bildung, welche zum Erzeuger der Stamm- und Wurzelvegetationspunkte des Schmarotzers wird. Aus dieser knolligen Anschwellung entstehen nämlich sowohl die oberirdischen Achsen, als auch die sekundären Saugapparate, welche neue Nährwurzeln, also auch solche benachbarter Pflanzen ergreifen können.

Der übrige Teil des Keimfadens, der dem Samen das gesamte Reservematerial entzogen hat und nicht zu der erwähnten Knollenbildung verbraucht worden ist, vertrocknet in den meisten Fällen; manchmal allerdings entwickelt er sich zu sekundären Knollen. Dadurch bekommt die Knolle des Parasiten einen freien Gipfel, und an diesem entstehen endogen die Stammvegetationspunkte, deren Zahl von der Kräftigkeit der Nährwurzel abhängt. Gleichzeitig mit dem ersten Stammvegetationspunkte entwickeln sich auch die Wurzeln der Orobanchen, welche in sehr bedeutender Menge an dem unteren, dem primären Haustorium ansitzenden Teile der Knolle entstehen, ja diesen Teil geradezu vollständig bedecken und oft noch an dem oberen Teile, also bis zur Basis des jungen Sprosses gefunden werden.

Die Wurzeln werden oberflächlich (meist in der 2. oder 3. Zellenreihe der Knolle) und vollkommen unabhängig von dem trachealen System des Mutterorgans angelegt. Die Bildungsweise entspricht also ebensowenig wie die der Stammvegetationspunkte dem dikotylen Entwickelungstypus. Das scharf ausgeprägte Dermatogen entbehrt jeder auf eine Wurzelhaube hindeutenden Teilung. Bricht die junge Wurzel aus der Knolle heraus, so haften an ihrer Spitze, in mehr oder weniger isoliertem, abgestorbenem Zustande die durchstofsenen Zellen der

Epidermis und der ersten Rindenlagen des Mutterorgans und bilden auf diese Weise einen Schutz, den sonst die Wurzelhaube gewährt.

Bei Erreichung einer phanerogamen Nährwurzel legt sich die Parasitenwurzel fest an und dringt durch direktes Einwachsen einer Zellengruppe in das Nährgewebe ein.

Die Schnelligkeit der Ausbildung des Parasiten hängt von der Kräftigkeit der Nährpflanzen ab. Unter sehr günstigen Ernährungsbedingungen zeigte sich bei *Phelipaea ramosa*, die 4 Wochen nach der Aussaat ins Land gepflanzt worden, schon 2½ Monat nach dem Auspflanzen der Eintritt der Blütenperiode; *O. speciosa* braucht 14 Tage länger. Bleiben die Nährpflanzen in Töpfen, so verzögert sich die Blütenperiode um 4—6 Wochen. Spätaussaaten auf *Vicia Faba*, die im Kalthause überwinterten, zeigten eine oberirdische Produktion gar nicht; nur bei Untersuchung der Wurzeln fand sich der Parasit nach 5 Monaten in einem Entwickelungsstadium, das er sonst binnen 5 Wochen erreicht.

Die Gattungen *Orobanche* und *Phelipaea*, die für uns in Betracht kommen, besitzen zahlreiche Arten, von denen aber nur wenige auf Kulturpflanzen als schädliche Schmarotzer auftreten. Im allgemeinen sind die Arten auf ganz bestimmte Nährpflanzen beschränkt; indessen kennt man mehrere Fälle, wo das Wachstum auf ganz verschiedenen Wirten erfolgte.

Am bekanntesten und zugleich in unseren Breiten am schädlichsten ist *O. minor*, Kleeteufel genannt, die auf Kleeäckern (*Trifolium pratense, medium* u. a.) solche Verheerungen anzurichten vermag, dafs der zweite Schnitt des Klees häufig völlig vernichtet wird. Besonders in der Rheinebene und in Thüringen ist der Befall der Felder bisweilen so stark, dafs auf einem Quadratfufs ein bis fünf Exemplare beobachtet worden sind. Wenn man bedenkt, dafs jede Pflanze etwa 70—90 Kapseln mit je etwa 1500 Samenkörnchen hervorbringt, so läfst sich leicht ermessen, dafs ein grofser Kleeschlag gar wohl von den Orobanchen vollständig vernichtet werden kann. Die Art ist auch auf *Dipsacus Fullonum, Daucus,* Serradella etc. beobachtet worden, scheint aber darauf weniger Schaden anzustiften. Die Blütezeit des Parasiten fällt in den Juni und Juli, zuweilen findet im August noch eine zweite Blüte statt.

O. rubens wächst auf der Luzerne und blüht im Mai und Juni. Ebenfalls auf Leguminosen kommen *O. gracilis* und *speciosa* vor, erstere namentlich auf Esparsette, letztere auf Erbsen, Linsen, Lupinen etc. Auf *Daucus Carota* wachsen gelegentlich *O. Picridis*, die auf *Picris hieracioides*, und *O. amethystea,* die sonst auf *Eryngium campestre* zu finden sind. *O. Hederae* schmarotzt auf Efeu, gelegentlich aber auch auf *Conyza* und *Pelargonium.*

Von der Gattung *Phelipaea* wäre als die schädlichste Art *Ph. ramosa*, der Hanftod, zu nennen. Die Pflanze wird nur 10—30 cm hoch und entwickelt von Juni bis August ihre bläulichen oder auch weifsen Blumen. Sie ist einjährig und kommt aufser auf Hanf auch auf Tabak und Nachtschatten vor und kann nur durch Jäten vor der Samenreife bekämpft werden. Wenn erst reifende Kapseln mit geerntet werden, ist, wenigstens in Tabak bauenden Distrikten, kein Tabaksamen von befallenen Feldern zur Aussaat zu verwenden, da bei der schweren Trennung der Samen sicher der Schmarotzer wieder mit ausgesät werden dürfte. Wenn das Jäten vernachlässigt worden ist und nach der Ernte noch die samentragenden Pflanzen stehen, dann dürfte es ratsamer er-

scheinen, die Pflanzen unberührt zu lassen und die Stellen abzubrennen, da durch die Berührung die reifen Samen ausgeschüttelt werden.

Nach BAILLON hat in mehreren persischen Provinzen im Jahre 1879 die ebenfalls bläulich blühende *Phelipaea aegyptiaca* in den Melonenpflanzungen aufserordentlichen Schaden angerichtet. Dieser Schmarotzer, der auch in Syrien und Armenien, sowie in Tunis vorkommt, befällt nicht blofs die Cucurbitaceen, sondern auch *Brassica* und andere Cruciferen, die Baumwollenstaude u. a. Endlich wäre noch *Ph. coerulea* auf *Achillea Millefolium* zu erwähnen, die im Juni und Juli ihre amethystfarbenen Blüten entfaltet.

Zur Bekämpfung der Orobanchen empfiehlt es sich, die Samenentwickelung zu verhindern, da die neue Triebbildung aus der Knolle kaum in Betracht kommt gegenüber der ungeheueren Produktion an Samenkörnern. Am besten schneidet man daher die noch nicht fruchtenden Stengel ab. Das wird sich in den meisten Fällen leicht erreichen lassen, da gewöhnlich bei geringerem Befall die Pflanzen nur in wenig ausgedehnten Herden zusammenstehen. Kann, wie etwa beim Kleeteufel, die Samenproduktion nicht verhindert werden, so mufs das Feld tief umgebrochen werden und darf mehrere Jahre lang nicht mit Klee bestellt werden.

Einen Bekämpfungsversuch von anderen Gesichtspunkten aus hat H. GARMAN[1]) unternommen. Da die Samen von *Phelipaea ramosa* im Boden ihre Keimkraft erst nach etwa 13 Jahren verlieren, so dürfte es besser sein, die Samen bereits vor ihrem Einbringen in den Acker abzutöten. Er behandelt deshalb die Samen von Hanf, Tabak, Tomaten, Turnips, Baumwolle usw. mit einer Lösung von 2,4 kg Kupfervitriol in 100 l Wasser fünf Minuten lang, oder mit Wasser von 60° etwa zehn Minuten lang. Durch diese Bäder sollen die Orobanchesamen abgetötet werden, während die anderen Samen nicht leiden.

[1]) The Broom-Rapes in Agric. Exp. Stat. Kentucky Bull. n. 105, 1903.

Fünfter Abschnitt.

Die Bekämpfung und Verhütung der durch Pilze verursachten Pflanzenkrankheiten.

1. Die Mittel zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten.

In den vorangehenden Kapiteln wurde bereits an vielen Stellen auf die Mittel Bezug genommen, welche bei der Bekämpfung und Verhütung der durch Pilze verursachten Pflanzenkrankheiten in Anwendung gebracht werden. In mehreren Fällen ist dabei bereits ausführlich auf die Zubereitung dieser Fungiziden und auf die Art ihrer Verwendung eingegangen worden; trotzdem dürfte es nicht überflüssig erscheinen, in einem besonderen Abschnitt im Zusammenhang auf alle gebräuchlicheren Fungiziden einzugehen, weil sich daraus am besten der Stand unserer heutigen Kenntnisse und Anschauungen überblicken läfst.

Ihrer Herkunft nach zerfallen die Fungiziden in solche, welche anorganischen, und in solche, welche organischen Ursprungs sind. Ich gehe zunächst auf die anorganischen Mittel ein[1]).

Hier steht das Wasser obenan. In der Natur wird man der mechanischen Wirkung des als Regen niedergehenden Wassers insofern eine Wirkung zuschreiben müssen, als Pilzsporen, die durch den Wind auf die Blätter geweht wurden, dadurch herabgespült werden. Indessen ist aber die Bedeutung dieses rein mechanischen Vorganges um dessenwillen nicht besonders hoch anzuschlagen, weil die Sporen selbst häufig Haftvorrichtungen besitzen und die Rauhigkeiten der Blätter das Herabgleiten der Sporen häufig verhindern. Trotzdem wird für Gewächshäuser jeder Gärtner bestätigen können, dafs das ausgiebige und kräftige Bespritzen der Blätter die Pflanzen gesund zu erhalten vermag.

Weit wichtiger und viel mehr im Gebrauch ist die Verwendung von heifsem Wasser beim Beizen des Saatgutes zwecks Abtötung anhaftender Brandsporen. Das Verfahren der Heifswasserbeize wurde von JENSEN zuerst angegeben und für die Praxis ausgearbeitet. Später haben HERZBERG, KIRCHNER, KLEBAHN und ERIKSSON die Methode nachgeprüft und sind im Gegensatz zu Versuchen KÜHN's zu einigermafsen günstigen Resultaten gelangt (vgl. auch S. 342). Die für die Praxis geltenden Vorschriften lauten in ihrer ursprünglichen Form:

---

[1]) Eine sehr ausführliche Darstellung aller Fungiziden gibt HOLLRUNG, Handbuch der chemischen Mittel gegen Pflanzenkrankheiten. Berlin (P. Parey) 1898.

Vorschrift für Hafer: Der Hafer wird in Körbe gepackt und 5 Minuten lang in Wasser von 54—55° C derartig eingetaucht, daſs er 1/2 Minute lang je 5—6 Sekunden unter Wasser und dann 3—4 Sekunden über dasselbe gehalten wird. Die übrigen 4 1/2 Minuten wird das Saatgut 16—20 mal je 10—12 Sekunden unter und 3—4 Sekunden über das Wasser gehalten. Die Temperatur muſs während der Beizdauer konstant sein. Nach Ablauf der 5 Minuten wird der Hafer schnell mit kaltem Wasser abgespült und zum Trocknen ausgebreitet.

Vorschrift für Gerste: Die Gerste wird 4 Stunden lang mit Wasser angefeuchtet, dann in einem feuchten Sack 4 Stunden am kühlen Ort zur Nachquellung belassen und dann wie der Hafer 5 Minuten behandelt. Die konstante Temperatur des Wassers soll 52 1/2° C sein.

Zu diesem immerhin etwas umständlichen Verfahren bemerkt Kirchner, daſs das Heben und Senken der Körbe nicht notwendig sei, ebenso brauche auch die Dauer von 5 Minuten nicht peinlich genau innegehalten zu werden. Bespelzte Getreidearten bedürfen keiner Vorquellung, wenn sie 15 Minuten lang der Wirkung des heiſsen Wassers unterworfen werden.

Im allgemeinen scheint festzustehen, daſs sich die Methode besonders gut für Hafer mit seinen Flugbrandarten bewährt, dagegen weichen die Resultate der einzelnen Untersucher bereits für Gerste etwas voneinander ab, und für Weizen und Roggen ist die Methode nach Klebahn überhaupt nicht empfehlenswert. Vor allen Dingen muſs darauf Rücksicht genommen werden, daſs die Keimkraft der Körner nicht leidet. Bei Hafer ist dies nicht der Fall, wohl aber bei Gerste, bei der ein ziemlicher Prozentsatz der Körner die Keimkraft verliert.

Auch für Rübenknäule wurde von Jensen die Heiſswassermethode empfohlen, aber sie hat wohl kaum je in der Praxis Bedeutung erlangt. Das ganze Verfahren der Heiſswasserbeize ist umständlich und Jensen selbst scheint ihm keine besonders hohe Bedeutung mehr zuzumessen. Neuerdings hat man sich bemüht, durch maschinelle Einrichtungen das Verfahren zu vereinfachen (Patent Arnim-Schlagenthin und Apparat von Appel und Gassner).

Verdünnte Säuren (Chlorwasserstoff-, Schwefel- und Salpetersäure) wurden mehrfach in ihrer Wirkung auf Pilzsporen ausprobiert. Sie zeigen sich, zum Teil in sehr starken Verdünnungen, als sehr wirkungsvolle Gifte, kommen aber für die Praxis wenig in Betracht, denn die Sporen der verschiedenen Brandarten verhalten sich z. B. der Schwefelsäure gegenüber sehr verschieden. Als Beizmittel wurde in früherer Zeit 1/2 %ige Schwefelsäure benutzt, jetzt aber scheint diese Verwendung wohl ganz zugunsten besserer Mittel aufgegeben worden zu sein.

Weitaus die gröſste Bedeutung unter den anorganischen Fungiziden beanspruchen die Metallsalze. Von einigen, wie z. B. Schwefelkalium, wird noch weiter unten die Rede sein, andere sind bisher nur im Laboratorium geprüft worden, interessieren uns also hier nicht. Nächst Zink-, Chrom- und Mangansalzen, von denen zwar einige ausprobiert, aber als ungeeignet für die Praxis befunden wurden, wäre Eisenvitriol zu nennen. Die Anwendung des Eisenvitriols ist keine allgemeine, da es durchaus nicht alle Pilzsporen abzutöten vermag und deshalb auch als Ersatz von Kupfervitriol, wozu man es früher verwendete, ohne Wert ist; aber als Spezifikum gegen einige von Gloeosporium-Arten verursachte Krankheiten des Weinstockes (z. B. den

schwarzen Brenner) hat es bei einigen Versuchen sich durchaus bewährt und eine Überlegenheit gegenüber anderen Mitteln behauptet. Man wendet es an, indem man das Rebholz während der Ruhezeit bepinselt. Die von GALLOWAY herrührende, wohl am meisten empfehlenswerte Vorschrift ist folgende. Man nehme etwa 6 kg Eisenvitriol, 250 ccm Schwefelsäure und 100 l Wasser und löse zuerst das Eisenvitriol in der Schwefelsäure. Darauf wird das Wasser langsam unter Umrühren zugefügt. Mit dieser Brühe darf das Rebholz nur während der Ruheperiode bestrichen werden; sobald das Austreiben einsetzt, mufs die Behandlung abgebrochen werden.

Seine grofsartige Verwendung findet Eisenvitriol bei der Hederichvertilgung.

Viel wichtiger als alle übrigen Fungiziden zusammen sind die Kupfersalze, und unter ihnen besonders das Kupfervitriol. Der Verwendung des Kupfervitriols verdankt die Therapie der Pflanzenkrankheiten bis heute ihre gröfsten Erfolge, und die Fragen, die sich an die Verwendung dieses wichtigsten Fungizides angeknüpft haben, berühren nicht allein unser spezielles Gebiet, sondern auch die allgemeine Lehre von der Physiologie der Pflanzen. Die Literatur, die allmählich über die Anwendung und Herstellung der wirksamen Lösungen entstanden ist, erscheint schier unübersehbar; doch lassen sich wenige wichtige Arbeiten herausheben, welche als Grundlage der hier vorliegenden Behandlung gedient haben.

Obwohl heute das Kupfervitriol meist in Gemischen angewendet wird, wie nachher noch näher besprochen werden soll, so geht doch aus zahlreichen Versuchen hervor[1]), dafs sich die Anwendung auch des reinen Salzes als Beizmittel empfiehlt. HERZBERG verwendet 100 g Kupfervitriol auf 100 l Wasser. Die Beizdauer beträgt etwa 15 Stunden bei konstanter Temperatur von 20°. KÜHN hat eine stärkere Beize angegeben, bei der nachfolgend das Salz durch Kalk neutralisiert wird. Die Vorschrift ist folgende. Auf das in einem Bottich befindliche Saatgut wird so viel von einer Lösung von ½ kg Kupfervitriol in 100 l Wasser gegossen, dafs das Saatgut 1—2 Hände hoch davon überdeckt ist. Die Dauer der Beizung beträgt 12—16 Stunden. Darauf wird das Saatgut aus der Beizflüssigkeit entfernt und wird mit einer Lösung von 6 kg gebranntem Kalk in 110 l Wasser versetzt und 5 Minuten lang gründlich damit durchstochen. STEGLICH gibt zwei Lösungen an, in die das Saatgut nacheinander eingetaucht werden soll. Zuerst eine Lösung von 1 kg Kupfervitriol in 100 l Wasser, dann eine solche von 1 kg Soda in 100 l Wasser. Das Getreide mufs 1 Minute in die erste, dann 1 Minute in die zweite Lösung getaucht und dann sofort zum Trocknen ausgebreitet werden. Nach HOLLRUNG's Versuchen ergibt das KÜHN'sche Verfahren eine völlige Entbrandung des Saatgutes, aber das Mittel ist für Gerste empfehlenswerter als für Hafer, da bei der letzteren Getreideart die Keimkraft etwas mehr leidet als bei der ersteren. Dagegen empfiehlt sich für Hafer eine etwas modifizierte Anwendung, die HOLLRUNG ebenfalls ausprobiert hat. Die Grundlösungen sind 300 g Kupfervitriol in 100 l Wasser und 400 g gebrannter Kalk in 100 l Wasser. Das Saatgut wird bei möglichst hoher Lufttemperatur 4 Stunden

---

[1]) HERZBERG, Vergleichende Untersuchungen über landwirtschaftlich wichtige Flugbrandarten. Halle. Dissert. — HOLLRUNG in Landwirtsch. Jahrb. 1894, S. 145. — KÜHN bei HOLLRUNG, Chemische Mittel gegen Pflanzenkrankheiten S. 78.

in der Kupfervitriollösung eingeweicht, so dafs es beständig bedeckt ist, und dann auf 30 Minuten in die Kalkmilch getaucht. Darauf wird es in möglichst flacher Schicht unter ständigem Umstechen getrocknet.

Weit mehr, ja jetzt fast ausschliefslich Anwendung findet das Kupfervitriol in Gemischen. Hier sind zwei Wege der Applizierung möglich. Entweder wird das trockne Pulver auf die Pflanzen aufgestreut oder die Substanzen werden gelöst und als Brühen aufgespritzt.

Die pulverförmigen Gemische bestehen aus fein gemahlenem Kupfervitriol mit Zusätzen von Kalk, Steinkohlenstaub oder Speckstein. Das sogenannte Skawindsky-Pulver enthält auf 40 kg Kupfervitriol 6 kg Kalk und 154 kg Steinkohlenstaub. Ein Kupferschwefelkalkpulver wird hergestellt durch Vermischen von 10 kg Kupfervitriol, 3 kg Kalk, 50 kg Schwefelblüte und 37 kg Steinkohlenstaub. Ein solches Pulver soll ein Universalmittel gegen alle möglichen Weinkrankheiten, wie *Plasmopara*, *Oidium*, *Gloeosporium* u. a. darstellen. Unter Poudre Coignet versteht man ein Gemisch von Kupfervitriol und ausgefälltem Gips, das zur Bekämpfung der Kartoffelkrankheit empfohlen wurde, sich aber deshalb nicht bewährt hat, weil es das Laub verbrennt. Unter Fostit versteht man ein Gemisch von Kupfervitriol und Speckstein, ein Präparat von derselben Fabrik (Souheur in Amsterdam) bezeichnet man als Sulfosteatit. Man hat mit diesem Präparat Erfolge gegen die *Phythophthora infestans* erzielt, nicht aber gegen andere Schädlinge. Im Vergleich zur Bordeauxbrühe leistet dies Mittel aber nicht besonders viel. Das von Mohr angegebene Cuprocalcit (Zimmer in Mannheim) kann sowohl trocken wie gelöst als Brühe verwendet werden. Alle diese pulverförmigen Kupfervitriolgemische müssen mit einem Blasebalg auf die Pflanzen aufgetragen werden; dabei geht natürlich eine grofse Menge des Mittels verloren, indem es an den Blättern schlecht haftet und zu Boden fällt. Um die Haftbarkeit zu verbessern, müfste man das Mittel aufblasen, wenn die Blätter taufeucht sind. Da aber der Tau in vielen Gegenden nur in den ersten Morgenstunden vorhanden ist, so steht für die Behandlung nur ein sehr geringer Teil des Tages zu Gebote. Auch der Umstand, dafs vielfach gerade zur günstigsten Zeit für die Bestreuung der Tau sich nicht einstellt, ist für die Anwendung hinderlich gewesen Man hat deshalb für den Grofsbetrieb die Verwendung pulverförmiger Mittel ganz aufgegeben und ist immer mehr zu der des Spritzens mit Brühen übergegangen.

Im Jahre 1883 hat A. Millardet zuerst auf die fungiziden Eigenschaften aufmerksam gemacht, welche eine Kupferkalkbrühe (Bordeauxbrühe, Bordelaiser Mischung) besitzt und hat gleichzeitig genaue Vorschriften für ihre Herstellung gegeben[1]). Seine mit Gayon zusammen unternommenen zahlreichen Versuche haben nicht blofs gezeigt, in welch ausgezeichneter Weise sich diese Brühe zur Bekämpfung von Peronosporakrankheiten verwenden läfst, sondern haben auch in der Zubereitung und Auftragung mannigfache Verbesserungen gegenüber der ersten Vorschrift gebracht. In den älteren Vorschriften löste man das Kupfervitriol in ziemlich grofser Menge bis zu 8 % in Wasser auf; später ist man durch zahlreiche Versuche belehrt worden, dafs eine weit geringere Menge eine ebenso gute und teilweise noch bessere Wirkung ausübt. So ist man denn bis auf 2 % und noch etwas weniger

[1]) Vgl. Aderhold in 1. Jahresber. der Vereinigung der Vertreter der angew. Botanik S. 12.

herunter gegangen. Zur Abstumpfung von 1 kg Kupfervitriol müfsten theoretisch 225 g Kalk notwendig sein, erfahrungsgemäfs ist es aber besser, eine etwas gröfsere Menge zu nehmen. So stellt sich dann die gewöhnliche, in Deutschland zurzeit übliche Brühe als eine Lösung von 2 kg Kupfervitriol und 2 kg gebranntem Kalk in 100 l Wasser dar.

Die Herstellung der Brühe ist in der Praxis nicht ganz einfach und erfordert grofse Sorgfalt bei der Behandlung. Im allgemeinen geht man folgendermafsen dabei zu Wege. Man braucht zwei Holzgefäfse von etwa 125 l und 60 l Fassungskraft. Geeignet für diese Zwecke sind gut gereinigte Petroleumtonnen. In das gröfsere Gefäfs kommen 50 l Wasser und 2 kg Kupfervitriol. Die Lösung des Salzes mufs allmählich erfolgen, und man bewirkt dies dadurch, dafs das Salz in einem Leinenbeutel einige Finger breit in das Wasser gehängt wird. Im Laufe einer Nacht ist die Auflösung beendigt. In dem kleineren Gefäfs werden dann mit wenigen Litern Wasser die 2 kg gebrannter Kalk gelöscht und dann durch allmähliches Nachgiefsen des Restes der 50 l zu Kalkmilch verdünnt. Wenn die Kalklösung vollkommen erkaltet ist, wird sie, indem man sie durch ein Tuch seiht, in die Kupfervitriollösung hineingegossen. Die Meinungen darüber, ob dies ganz allmählich oder in einem Gufs geschehen soll, sind verschieden. Nach den Versuchen von Fairchild und Swingle scheint das letztere besser zu sein. Die fertige Bordeauxbrühe mufs dennoch daraufhin geprüft werden, ob noch Säure in Überschufs vorhanden ist. Dies geschieht am besten mit neutralem Lakmuspapier, das bei Rotfärbung einen Überschufs an Säure, bei Blaufärbung einen solchen von Kalk anzeigt. In ersterem Falle mufs noch Kalkmilch hinzugefügt werden bis die blaue Reaktion eintritt. Die Farbe der gebrauchsfähig dargestellten Brühe mufs ein klares Himmelblau sein, während bei grofsem Überschufs von Kalk die Färbung ins Purpurrote, bei solchem von Kupfer ins Grünlichgraue spielt. Die Brühe darf nur sehr langsam einen himmelblauen, flockigen Niederschlag absetzen.

Es gibt auch andere Verfahren, um die beiden Lösungen zu vereinigen, indessen sind damit keine besseren Erfahrungen gemacht worden als mit der im vorstehenden Verfahren gewonnenen Brühe, so dafs die Verwendung dieser einfachsten Vorschrift wohl am empfehlenswertesten sein dürfte. Zur Vereinfachung der Herstellung hat die Technik verschiedene fertige Präparate hergestellt, die nur in der vorschriftsmäfsigen Menge Wasser gelöst zu werden brauchen, um ein gebrauchsfähiges Produkt zu ergeben. Dahin gehört der Brühenfostit (Souheur in Antwerpen), der Kupferzuckerkalk (Aschenbrandt in Strafsburg), der Kupferklebekalk (M. v. Kalkstein in Heidelberg) und andere. Augenscheinlich haben alle diese Präparate die gewöhnliche Herstellungsweise nicht zu verdrängen vermocht. Über die Art der Auftragung soll weiter unten im Zusammenhang mit den verschiedenen Spritzsystemen gehandelt werden.

Da die Bordeauxbrühe nicht blofs bereits vorhandene Pilzsporen oder Mycelien auf den Blättern und Zweigen abtöten soll, sondern auch die Auskeimung neu anfliegender Sporen zu verhindern hat, so mufs die Brühe, wenn sie einmal an den Pflanzenteilen angetrocknet ist, auch längere Zeit haften bleiben. Nun bleibt bei trockenem Wetter der Kupferkalküberzug eine fast unbegrenzte Zeit auf den Blättern haften, und man hat deshalb in solchen trocknen Gegenden kaum nötig, durch besondere Zusätze den Niederschlag noch haftbarer zu machen.

Anders aber stellt sich die Sache in Gebieten, wo während der Spritzzeit oder im Laufe des Sommers regelmäfsig ausgiebige Regengüsse niederfallen. Zwar kann man dem Übelstande, dafs der Niederschlag dadurch schnell abgespült wird, durch öfteres Wiederholen des Spritzens begegnen, aber jedes neue Spritzen kostet Substanz und Arbeitskraft. Man ist deshalb bald dazu übergegangen, der Bordeauxbrühe Substanzen hinzuzusetzen, welche ein besseres Anhaften bezwecken.

Man verwendete zuerst als Zusatz Zucker oder Melasse. Die Vorschrift für die gezuckerte Kupferkalkbrühe empfiehlt das Auflösen von 2 kg Kupfervitriol in 40 l Wasser, 1,5 gebr. Kalk in 30 l Wasser und 300 g Zucker in 30 l Wasser. Diese Lösungen werden durcheinander gegossen. Statt des Zuckers können 500 g Melasse genommen werden. Barth, welcher die Vorschrift zuerst gegeben hat, sucht ihre besondere Wirksamkeit darin, dafs das gebildete Kupfersaccharat schneller in die Blätter eindringt und dort seine Wirkung ausübt. Eine neuere Vorschrift von Peglion zieht 100 l Wasser, 1,5 kg Kupfervitriol, 1,5 gebrannten Kalk und 0,75 kg Zucker vor. Im Handel ist auch ein Kupferzuckerkalkpulver zu haben, von dem 3 kg in 100 l Wasser aufzulösen sind. Es besteht aus 40 % kalziniertem Kupfervitriol, 50 % Kalkstaub und 10 % gemahlenem Zucker. Die 3 kg Pulver werden zuerst in 40 l Wasser unter stetem Umrühren gelöst und die Lösung wird dann mit 60 l Wasser weiter verdünnt.

Galloway hat für den Zweck der besseren Haftbarmachung einen Zusatz von Seife empfohlen, der auch die bessere Verteilung auf den Blättern befördern soll. Man nimmt 1 kg Kupfervitriol und ½ kg gebr. Kalk und löst sie wie gewöhnlich in einem Teil des Wassers. Dann nimmt man 1 kg Harzseife und löst sie in Wasser. Die drei Lösungen, welche zusammen 100 l Wasser enthalten müssen, werden so lange verrührt, bis sich Schaum bildet. Eine solche seifige Kupferkalkbrühe dient auch zur Vernichtung von Insekten.

Auch Salmiak soll die Haftbarkeit erhöhen, und Peglion gibt die Vorschrift, auf je 1½ kg Kupfervitriol und Kalk ⅓ kg Salmiak in 100 l Wasser zuzusetzen.

Über die Haftbarkeit der unversetzten und mit Haftmitteln versehenen Bordeauxbrühen und anderer Kufersalzlösungen (Azurin, Burgunder Brühe) hat Kelhofer[1]) ausgedehnte Versuche angestellt. Er besprühte Blätter mit den betreffenden Lösungen und liefs dann nach Antrocknung künstlichen Regen verschiedener Stärke auf sie niedergehen. Dabei hat sich ein aufserordentlich verschiedenes Verhalten der einzelnen Mittel gezeigt, das nicht blofs allein von der Zusammensetzung, sondern auch von anderen Faktoren abhängig ist. Am haftbarsten erwies sich eine Bordeauxbrühe mit mäfsigem Überschufs an Kalk (etwa 1 kg auf 2 kg Kupfervitriol), die deshalb am empfehlenswertesten sein dürfte.

Die bisher besprochenen Bordeauxbrühen hatten die gemeinsame Eigenschaft, dafs die Säure des Kupfervitriols mit Kalk neutralisiert wurde. Man kann denselben Zweck auch durch Salmiakgeist (Ammoniak) erreichen. Das Ammoniak fällt zunächst das Kupfer als Hydroxyd aus, um es dann mit dunkelblauer Farbe wieder aufzulösen. Dieser Färbung wegen nennt man die hierhergehörigen Brühen Azurine oder Eau celeste. Man verwendet nach amerikanischen Ver-

[1]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XVII, 1907, S. 1.

suchen jetzt gewöhnlich ein Azurin von der Zusammensetzung ½ kg Kupfervitriol, 850 ccm starkes Ammoniak und 100 l Wasser. Während die ersten Untersucher mit diesem Ersatz der Bordeauxbrühe günstige Resultate bei der Plasmopara erzielten, wiesen spätere Beobachter darauf hin, dafs durch das überschüssige Ammoniak die Blätter geschädigt würden, und dafs bei einer Vergleichung der Bordeauxbrühe und des Azurins jener entschieden der Vorzug gegeben werden müsse. Man hat deshalb versucht, durch Zusatz das Azurin zn verbessern. FAIRCHILD hat nach eingehenden Versuchen die folgende Vorschrift als die beste erkannt: 400 g Kupfervitriol werden in 50 l Wasser gelöst und 20 ccm Ammoniak von 26° B hinzugefügt. In weiteren 50 l Wasser werden 1,25 kg Palmölseife (event. unter Erwärmen) gelöst und beide Lösungen dann gut durcheinandergerührt. Diese Brühe hat sich als nur wenig schädlich für die Blätter erwiesen.

Die Abstumpfung der Säure durch Kali bietet gegenüber dem Kalk noch weniger Vorteile als das Ammoniak.

Wir kommen nun zu Brühen, in denen als wirksamer Bestandteil das Kupferkarbonat enthalten ist (Kupfervitriol-Sodabrühen, Kupferkarbonatbrühen). Das Kupferkarbonat ist im Handel fertig erhältlich; man löst 100 oder 60 g davon mit wenig Wasser und verdünnt dann auf 100 l. Will man sich das Salz selbst bereiten, so nimmt man gleiche Teile von Kupfervitriol und Soda (etwa 400 oder 350 g), löst jedes Salz in 50 l Wasser und vereinigt dann kalt die beiden Lösungen. Ein fertiges Präparat stellt die Heufelder Kupfersoda (Chemische Fabrik in Heufeld) dar; es braucht nur in der nötigen Menge Wasser gelöst zu werden.

Auch zu diesen Kupferkarbonatbrühen hat man gewisse Zusätze gemacht, um die Haftbarkeit zu erhöhen. So hat GALLOWAY folgende Modifikationen empfohlen: 300 g Kupfervitriol, 350 g Soda und 350 g Melasse werden in je 20 l Wasser gelöst und die Sodalösung mit der Kupfervitriollösung vereinigt. Die Melasselösung wird dann hinzugefügt und mit 40 l Wasser das Ganze verdünnt. Eine leimige Lösung wird durch Auflösen von 300 g Kupfervitriol, 350 g Soda und 250 g Leim in je 10 l Wasser hergestellt. Nach Vereinigung der drei Lösungen wird auf 100 l aufgefüllt. Auch Seife hat man genommen, so dafs die Lösung dann aus 1,25 kg Kupfervitriol, 1,75 kg Soda, 0,25 kg Hartseife und 100 l Wasser besteht (Burgunder Brühe).

Von Bedeutung ist, namentlich für amerikanische Verhältnisse, die Kupferkarbonat-Ammoniakbrühe oder abgeändertes Eau celeste. Nach der Grundvorschrift sollen 600 g Kupfervitriol und 750 g Soda in je 10 l Wasser gelöst und vermischt werden. Es werden dann 100 g Ammoniak zugegeben, bis sich der entstandene Niederschlag gerade wieder gelöst hat, und schliefslich noch die 80 l Wasser. Etwas modifiziert lautet eine andere Vorschrift. 200 g frisches kohlensaures Ammoniak (länger gelagertes 235 g) werden in heifsem Wasser gelöst und, sobald kein Schäumen mehr stattfindet, Kupfervitriollösung von 100 g zugegossen. Die Lösung wird umgerührt, bis kein Schäumen mehr stattfindet und dann auf 100 l aufgefüllt. Wenn man es vorzieht, kohlensaures Kupfer im Handel zu beziehen, so löst man 100 g basisches Kupferkarbonat in wenig Wasser zu einem steifen Brei und fügt 75 g Ammoniak von 26° B hinzu. Wenn nicht alles Kupferkarbonat gelöst wird, so füge man noch kleine Dosen Ammoniak hinzu. Das Ganze wird dann auf 100 l Wasser aufgefüllt. Andere Vorschriften geben weniger

Kupferkarbonat, so z. B. 1 kg Kupferkarbonat, 2 l Ammoniak oder 45 g Kupferkarbonat und 1 l Ammoniak. Alle diese Brühen werden meist nur in ganz speziellen Fällen zur Anwendung gebracht und eignen sich durchaus nicht als Universalfungiziden.

Aufser den genannten Kupfersalzen sind auch noch andere ausprobiert worden; die damit erzielten Erfolge sind aber so gering, dafs sie hier ausgelassen werden können.

Bevor wir die weiteren chemischen Mittel betrachten, empfiehlt es sich, die Wirkungsweise der Bordeauxbrühen und den Kreis ihrer Anwendung näher zu beleuchten.

Man suchte bei der Bordeauxbrühe (und zwar der unvermischten Kupferkalkbrühe) zuerst ihre fungizide Wirkung in dem Vorhandensein der Schwefelsäure. Deshalb war Monselice der Ansicht, dafs billigere Sulfate denselben Dienst leisten könnten wie das teuere Kupfervitriol. Als sich aber bei den Versuchen herausstellte, dafs das Kupfervitriol allein spezifisch in seiner Wirkung ist, da suchte man nach anderen Erklärungen und konnte diese schliefslich nur in der chemischen Wirkung des Kupfers selbst finden. Da man die Naegeli'schen oligodynamischen Wirkungen von vornherein ausschliefsen konnte, so bleibt als beste jetzt geltende Erklärung die von Clark[1]) übrig. Er wies nach, dafs die Pilzsporen Fermente ausscheiden, welche chemische Umsetzungen in dem neutralisierten kupferhaltigen Wasser hervorrufen, so dafs Kupferverbindungen in einer wirksamen Form entstehen. Die Wirkung der lebenden Spore ermöglicht es daher, dafs die Kupferverbindungen ihre tödlichen Wirkungen ausüben können. Damit ist denn auch eine Erklärung gegeben, weshalb der den Blättern anhaftende Kupferüberzug auf lange Zeit eine fungizide Wirkung auszuüben vermag. Auch die Nährpflanze selbst bewirkt durch Fermentwirkung, dafs Kupfer ausgeschieden wird. Clark hat dies ebenfalls durch Experimente erwiesen, indem er zeigte, dafs durch osmotische Vorgänge im Innern des Blattes die eingedrungene Kupferkalklösung zersetzt wird. Die Wirksamkeit der Brühe wird also nach unseren jetzigen Anschauungen lediglich durch osmotische Wirkungen des Pilzes einerseits und der bespritzten Pflanze andererseits erzeugt.

Auf der anderen Seite hatte man schon bald beobachtet, dafs bespritzte Kartoffeln, Weinstöcke usw. ein grüneres und kräftigeres Laub erhielten als unbespritzte. Rumm[2]) führte den Anstofs zu der vermehrten Chlorophyllbildung auf einen chemotaktischen Reiz zurück, der vom Kupfer ausgeübt werden sollte. Da aber jede Erhöhung der Lebensenergie einer Pflanze sie auch widerstandsfähiger gegen den Angriff von Parasiten macht, so hätte also die Bordeauxbrühe noch die willkommene Nebenwirkung, dafs durch Stärkung des Wirtes auch die Wirkung des Parasiten verringert wird. So einfach allerdings scheint sich die Sache nicht zu verhalten, denn statt der etwas dunklen chemotaktischen Wirkung des Kupfers glaubt Aderhold vielmehr, dafs der stimulierende Reiz von stets vorhandenen Verunreinigungen des Kupfervitriols durch Eisenvitriol bedingt sei. Diese noch keineswegs vollständig geklärte Frage interessiert uns hier weniger, sondern bildet mehr ein Problem für die allgemeine Pflanzenphysiologie.

Als das Spritzen allgemeiner aufkam, wurde die Befürchtung laut,

---

[1]) Botanical Gaz. XXXIII, 1902, S. 26.

[2]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XIII, 1895, S. 189.

dafs das Kupfer in die Früchte oder Blätter eindringen und zu Kupfervergiftungen Veranlassung geben könne. Indessen haben sich diese Befürchtungen nach den Analysen zahlreicher Untersucher als unbegründet erwiesen, und es darf heute als feststehend betrachtet werden, dafs bespritzte Früchte (etwa Wein) keine oder nur so minimale Mengen von Kupfer enthalten, dafs jede Vergiftungsgefahr ausgeschlossen erscheint. Dagegen besteht eine positive Gefahr in dem Umstande, dafs zarte Epidermen auch bei richtig bereiteter Bordeauxmischung abgetötet werden können. Es wird auf diesen Punkt im ersten Teile des Handbuches näher eingegangen werden.

Man hat die Kupferkalkbrühe mit ihren Zusätzen bei sehr vielen Pflanzenkrankheiten in Anwendung gebracht, aber die ursprünglichen hohen Erwartungen, dafs darin nun ein Allheilmittel gegen jegliche Pilzkrankheit gefunden sei, sind doch bedeutend durch die erzielten Resultate herabgemindert worden. In erster Linie scheint die Bordeauxbrühe ein spezifisches Mittel gegen die *Plasmopara viticola* zu sein, und sie steht denn hier auch in allen Weinbauländern in weitester Verwendung. Auch gegen *Phythophthora infestans* hat sie gute Resultate ergeben, wenn auch gegenteilige Stimmen laut geworden sind. Die Fusicladienkrankheiten der Obstbäume lassen sich ebenfalls mittels Bordeauxbrühe erfolgreich bekämpfen. Im allgemeinen wird man die Brühe überall dort vorteilhaft verwenden, wo es auf die Abtötung zarter, bald keimfähiger Sporen in offenen Lagern ankommt. Dahin gehören die schon genannten Pilze, viele Hyphomyceten (*Botrytis*, *Macrosporium*, *Cercospora* usw.), Melanconieen, Exoasceen u. a. Dagegen sind keine nennenswerten Erfolge bei der Vernichtung von Brand- und Rostpilzen erzielt worden. Hier gilt es eben nicht blofs die Sporen, sondern auch das Mycel abzutöten, und dies gelingt nur in Ausnahmefällen. Man hat bei allen erfolgreich bekämpften Krankheiten zu berücksichtigen, dafs ja die Brühe nicht blofs die schon vorhandenen Sporen abzutöten hat, sondern auch die noch auffliegenden. Diese prophylaktische Wirkung erscheint noch wichtiger, und um sie mehr in den Vordergrund zu kehren, hat man die Brühe durch Zusätze haftbarer gemacht oder läfst mehrere Bespritzungen stattfinden. Die Art, wie die Bespritzung ausgeführt werden mufs, wie oft sie zu wiederholen ist und zu welchen Zeiten, hängt ganz von der Natur der Krankheit und von dem Klima der betreffenden Gegend ab. Allgemeine Vorschriften lassen sich dafür nicht geben, sondern es sind die Spezialarbeiten zu berücksichtigen, die in den vorhergehenden Kapiteln in den wichtigsten Fällen genannt worden sind.

Nachdem wir im Vorstehenden die weitaus wichtigsten Fungiziden kennen gelernt haben, sind noch einige Mittel zu erwähnen, die für besondere Krankheiten Bedeutung besitzen. Hier wäre zuerst der Schwefel zu nennen, der in fein gemahlenem Zustande gegen den echten Meltau des Weinstockes als Streupulver Verwendung findet. Man hat versucht, der Bordeauxbrühe Schwefel zuzusetzen, um dadurch das Oidium und die Plasmopara gleichzeitig bekämpfen zu können; die Erfolge sind aber nicht ermutigend gewesen, so dafs man wohl allgemein diese Mischung wieder aufgegeben hat. Vielfach wendet man Schwefelkalium (Schwefelleber) in wässeriger Lösung an. Nach den Untersuchungen Galloway's und Goff's hat sich dieser Stoff gegen die Bitterfäule der Äpfel und den amerikanischen Meltau der Stachelbeeren bewährt. Die Vorschriften für die Lösungen wechseln;

so wird eine Lösung von 400 oder 250 g in 100 l Wasser empfohlen. JENSEN hat unter dem Namen Cerespulver ein Präparat in den Handel gebracht, das hauptsächlich aus Schwefelleber besteht und gute Dienste gegen den Haferbrand leistet.

Zu erwähnen wäre noch die Verwendung von Kalkmilch zum Bestreichen der Obstbäume gegen Flechten und Moose, und von Quecksilbersublimat bei der Verhütung des Kartoffelschorfes. Da aber die Anwendung des letzteren Salzes keineswegs besonders erfolgreich und die Giftigkeit auch für den Menschen sehr grofs ist, so ist wohl die Anwendung allgemein wieder aufgegeben worden.

Wir kommen nun zur Anwendung der organischen Fungiziden. Hier wären in erster Linie diejenigen Mittel zu nennen, welche zum Verschmieren von Astwunden dienen, so dafs das nachträgliche Eindringen von Pilzparasiten verhindert wird. Dazu benutzt man neben dem Baumwachs vor allem Teer, Karbolineum und ähnliche aseptisch wirkende Derivate der Steinkohle. Allerdings ist bei der Verwendung von Teer oder Karbolineum in geschlossenen Häusern oder Kästen Vorsicht am Platz, da diese Stoffe durch ihre Verdunstung den Pflanzen zu schaden vermögen. Als ein neueres Mittel ist Lysol in etwa 0,5%iger Lösung empfohlen worden. Es soll nach SIPIÈRE so gut wie Bordeauxbrühe bei der *Plasmopara viticola* wirken und gleichzeitig auch den echten Meltau abtöten.

Endlich wäre noch das Formaldehyd (sowohl in gasförmigem wie in wassergelöstem Zustande) zu erwähnen, dessen Verwendung erst jüngsten Datums ist und dessen Wirksamkeit sich noch nicht nach allen Richtungen hin beurteilen läfst. VON TUBEUF hat ausgedehnte Versuche gemacht, um es als Beizmittel gegen Brandsporen zu verwenden. Indessen ist es wohl nirgends zur allgemeinen Verwendung gekommen, zumal auch seine Überlegenheit über die Kupferbeize keineswegs feststeht.

Nachdem wir die verschiedenen Fungiziden kennen gelernt haben, wollen wir noch kurz zur Besprechung der verschiedenen Arten der Applizierung dieser Mittel übergehen. Je nach dem Aggregatzustande der Mittel mufs man Gebläse oder Spritzen in Anwendung bringen.

Zur Verteilung des pulverförmigen Schwefels wird die Schwefelquaste gebraucht, die auf S. 196 ihre Beschreibung gefunden hat. Zum Ausstreuen der übrigen Pulver bedient man sich eines Blasebalges, der in sehr verschiedenartigen Konstruktionen angegeben ist. Bei einigen Apparaten wird das Pulver direkt mit dem Luftstrom verstäubt, bei anderen befindet sich das Pulver in einem besonderen Gefäfs, aus dem es durch den an der Mündung vorbeistreichenden Luftstrom ausgeblasen wird.

Entsprechend der viel allgemeineren Anwendung sind die Spritzen für die Brühen wichtiger. Es kommt bei der Verteilung der Brühen hauptsächlich darauf an, dafs die Lösung möglichst fein versprüht wird und nur als ganz feiner Tauniederschlag auf den Blättern haften bleibt. Dies läfst sich mittels der gewöhnlichen Gärtnerspritze nicht erreichen, und man hat deshalb besondere Mundstücke an der Spritze konstruiert, welche die Lösung nur als äufserst feinen Sprühregen hervortreten lassen. Damit die feinen Öffnungen des Mundstückes nicht verstopft werden, ist es notwendig, dafs die Lösung ganz klar und ohne Bodensatz ist. Unter Umständen mufs die Brühe vorher durch ein Tuch

filtriert werden, wenn sie diese Bedingungen nicht erfüllt. Es sind zahlreiche Spritzen verwandt worden je nach der Art des Gebrauches. Für die Gartenkulturen genügt in vielen Fällen eine einfache Handspritze, wie man sie in jeder Handlung für Gartengerätschaften erhalten kann. Für die Bespritzung gröfserer Flächen mufs man eine tragbare oder fahrbare Spritze haben.

Damit die Flüssigkeit unter Druck aus dem Spritzrohr austritt, ist entweder eine Pumpvorrichtung angebracht oder es wird vor dem Beginn des Spritzens der Druck nur einmal erzeugt. Auch Kompressionspumpen können mit grofsen Spritzen in Verbindung gesetzt werden. Für unsere einheimischen Betriebe genügen die einfacheren Spritzen, wie sie jede gröfsere Handlung liefert. Besonders empfehlenswerte Konstruktionen sind die Pomonaspritze (Lorenz in Ettlingen), die Dürrsche Handspritze (Dürr in Hohenstadt), die Buttenspritze (Allweiler in Radolfszell), Universalspritze Saxonia (Drescher in Halle), ferner sind Konstruktionen angegeben v. Tubeuf in München, C. und F. Misch in Berlin, Gebr. Holder in Metzingen usw. Fahrbare grofse Spritzen fertigt Mayfarth u. Co. in Frankfurt a. M. an. Für das Spritzen von Bäumen wird das Mundstück an einer langen Stange befestigt.

2. Einige allgemeine Bemerkungen über Bekämpfung und Verhütung von Pilzkrankheiten.

Es dürfte vielleicht nicht überflüssig erscheinen, wenn noch einmal in grofsen Zügen auf die verschiedenen Methoden der Behandlung von Pilzkrankheiten hingewiesen wird, weil wir dadurch am besten in die Lage versetzt werden, zu beurteilen, welche Erfolge bisher erreicht worden sind und welche Wege in Zukunft die Behandlung einzuschlagen hat.

Wie bei den menschlichen oder tierischen Krankheiten können wir bei den durch Pilze hervorgerufenen Pflanzenschäden den Weg der Bekämpfung (Therapie) oder der Verhütung (Prophylaxe) einschlagen. Vielfach werden sich beide Behandlungswege scharf unterscheiden, unter Umständen werden sich viele Berührungspunkte zeigen, je nach der Natur der Nährpflanze oder des Schädlings.

Wenden wir uns zuerst der therapeutischen Methodik zu, die sich naturgemäfs zuerst aufdrängte und demgemäfs auch in erster Linie eine weitere Ausbildung erfuhr. Bei der innigen Verbindung zwischen Nährpflanze und Parasit ist natürlich eine Vernichtung des letzteren, ohne dafs auch gleichzeitig die von ihm befallenen Teile der Nährpflanze zerstört werden, nicht möglich. Deshalb lautet die älteste und im gewissen Sinne auch heute noch beste Vorschrift der Bekämpfung stets dahin, die befallenen Pflanzen oder Pflanzenteile der Vernichtung anheim zu geben. Diese stark an Doktor Eisenbarths Verfahren erinnernde Methode findet sich auch heute noch stets da, wo wir über den Parasiten und seine Lebensweise ungenügend unterrichtet sind, und sie wird auch stets ihre volle Berechtigung behalten, wenn es sich um Teile handelt, die von der Pflanze im natürlichen oder im krankhaften Lebensprozefs selber abgestofsen werden. Abgefallene Blätter mit den Konidienformen, die erst im faulenden Laube sich zu den infektionsfähigen Schlauchformen entwickeln, sollten deshalb stets durch Verbrennen oder Eingraben unschädlich gemacht werden. Bei wertlosen Pflanzen, namentlich Annuellen, ist gegen dieses Verfahren ebenfalls

kaum etwas einzuwenden. Anders aber stellt sich die Sache dar, wenn bei Gehölzen Pilzschäden auftreten, oder wenn bei den Getreidepflanzen, etwa durch Rost oder Brand, nur ein Teil des Ertrages vernichtet wird. In solchen Fällen wird man weder das Abschlagen einer Obstplantage noch das Abbrennen eines Getreidefeldes für empfehlenswert halten, denn durch diese, allerdings rationelle Behandlung würde der Schaden nur noch vergröfsert werden. Häufig freilich läfst sich durch Ausschneiden der erkrankten Zweige (z. B. bei Hexenbesen) oder der erkrankten Rinde (z. B. bei Krebs) eine dauernde Heilung des Baumes herbeiführen, oder allgemein ausgedrückt, es lassen sich lokale Schäden durch Eliminierung der ergriffenen Teile beseitigen. Von der Natur des Parasiten wird es abhängen, ob man dadurch die Pflanze selbst retten kann; in vielen Fällen aber — und dazu gehören gerade die vielen rein lokalen Erkrankungen durch Brand- und Rostpilze bei Gramineen — kommt man mit dieser Behandlung nicht weiter.

Aus diesem Grunde beschäftigte man sich bald damit, den Pilz allein zu töten, ohne die Nährpflanze zu schädigen. Durch die neueren ausgedehnten Versuche steht uns jetzt eine ganze Anzahl von Mitteln zur Verfügung, welche diesem Zwecke dienen und bei richtiger Anwendung auch Erfolge versprechen. Im allgemeinen laufen diese Mittel darauf hinaus, die Fortpflanzungsorgane der Parasiten abzutöten und das Mycel zu vernichten, soweit es sich aufserhalb der Pflanze befindet. Man kann deshalb nicht von vornherein darauf ausgehen wollen, etwa die im Innern der Nährpflanze befindlichen vegetativen Teile des Pilzes zu töten. Als Schlufseffekt wird zwar dieses Ziel bisweilen erreicht, aber mehr zufällig als durch die Natur der Behandlung geboten.

Das vorhergehende Kapitel hat uns gezeigt, welche Mittel uns für die Bekämpfung zu Gebote stehen. Überlegt man die bisher erreichten Erfolge, so mufs man mit einiger Beschämung eingestehen, dafs sie gerade bei den wichtigten Krankheiten, die von Rost- und Brandpilzen verursacht werden, bisher nur recht bescheiden sind. Jahraus jahrein gehen noch Millionen durch die Krankheiten der Feld- und Gartengewächse verloren, ohne dafs wir imstande wären, durch therapeutische Behandlung dagegen etwas tun zu können. Ob es uns überhaupt jemals gelingen wird, durch die jetzt vorhandenen oder später noch zu entdeckenden direkten Bekämpfungsmittel allen Schaden abzuwenden, erscheint sehr zweifelhaft, namentlich wenn wir sehen, wie die moderne Medizin bei menschlichen Epidemien lieber den Weg der Verhütung als den der Behandlung einschlägt. Deshalb dürfte es wohl keine utopistische Annahme sein, wenn man behauptet, dafs die Methoden der Prophylaxe auch bei den pflanzlichen Krankheiten immer mehr Beachtung finden werden, und dafs ihnen dereinst die Zukunft gehören wird.

Es erscheint deshalb nicht überflüssig, auch der bisherigen und der wahrscheinlich späteren Entwickelung der Prophylaxe einige Worte zu widmen. Immer mehr bricht sich wohl die Überzeugung Bahn, dafs eine erfolgreiche Infektion einer Nährpflanze durch einen Pilz in den weitaus meisten Fällen nur stattfinden kann, wenn der Pflanzenorganismus dafür disponiert ist. Disposition für eine Krankheit umfafst aber die mannigfachsten Wirkungen, die von der Aufsenwelt auf eine Pflanze ausgeübt werden. Vielfach wird sich überhaupt nicht eindeutig angeben lassen, was die Schwächung des Gesamtorganismus oder eines Teiles von ihm herbeiführt; wir sind dann auf Vermutungen oder Analogie-

schlüsse angewiesen. Wenn wir deshalb die schwächenden Ursachen fortnehmen oder verringern, so stärken wir die Nährpflanze und machen sie fähig, den Angriff des Parasiten entweder ganz abzuschlagen oder doch unschädlich zu machen. Damit hätten wir die eine Seite der prophylaktischen Fürsorge, die wir ausüben können: die Stärkung der Nährpflanze.

Unter den prädisponierenden Momenten spielen die klimatischen Faktoren die Hauptrolle. Wenn im Sommer bei hoher Temperatur reichliche Regengüsse fallen, so liegt stets die Gefahr vor, dafs Blattparasiten, wie Rost und Peronospora, sich epidemisch ausbreiten. In solchen Fällen helfen dann die Bekämpfungsmittel nur wenig, denn die Pflanze ist geschwächt und die Infektion geht deshalb mit grofser Schnelligkeit vor sich. Keimpflanzen, die in dumpfigen, warmen Kästen oder Häusern gehalten werden, fallen bestimmten Fäulnispilzen schneller zum Opfer, als wenn sie kühl und luftig stehen. Ganz allgemein begünstigt Feuchtigkeit in Verbindung mit stagnierender Luft das Entstehen und die Ausbreitung epidemischer Erkrankungen. Warmhauspflanzen werden dagegen umgekehrt durch Kühle und Trockenheit für Pilzangriffe vorbereitet. Nun läfst sich natürlich nicht im allgemeinen behaupten, dafs die erwähnten Einflüsse alle Pflanzen gleichmäfsig schwächen; es hängt vielmehr von der Pflanze selbst ab, ob ihr Organismus darauf reagiert oder nicht. Wir kommen damit auf den Begriff der Individuen- und Rassendisposition. Wenn in einzelnen Fällen das Individuum den schädigenden Einflüssen unterliegen kann, so brauchen noch nicht ganze Kulturen oder Plantagen dafür disponiert zu werden. Es ist deshalb stets bei der Untersuchung der prädisponierenden Momente zu beachten, wie weit nur das Einzelindividuum geschädigt wird, oder ob sich die Schädigungen auf die gesamten Pflanzen einer Art dauernd erstrecken. Man hat es daher in der Hand, durch Auswahl der für das betreffende Klima angepafsten Rasse die Krankheiten auf ein Minimum zu reduzieren. Freilich ist dabei zu beachten, dafs eben in jedem Jahre die Witterung nicht die gleiche ist, so dafs selbst eine angepafste Rasse bei ungünstiger Witterung trotzdem leiden kann. Ferner spielt die Bodenbeschaffenheit bei dieser Auswahl eine grofse Rolle, weiter die Höhenlage, kurz alles das, was gewöhnlich mit dem Schlagwort „Standortsverhältnisse“ zusammengefafst wird. Wir sind noch weit entfernt, alle diese komplizierten Verhältnisse in ihrem Einflufs auf den Organismus der Pflanze übersehen zu können, und es bedarf deshalb noch zahlreicher Versuche, um die einzelnen Faktoren in ihrer Wirkung würdigen zu lernen. Der erste Band des Handbuches bringt in den Kapiteln über Boden- und Ernährungsverhältnisse Beispiele dafür in grofser Zahl, und auch in den Kapiteln über die Pilze ist an vielen Stellen auf die Disposition der einzelnen Nutzpflanzen in bezug auf die klimatischen Faktoren hingewiesen worden. Es wird daher stets die Sache des Experimentes sein, die geeigneten Rassen herauszufinden.

Ein anderer Zweig der Prophylaxe erstreckt sich darauf, die Infektion der Pflanzen zu verhindern. Wenn die Kaffeeplantagen mit Schutzpflanzungen umgeben werden, so geschieht dies, um den Transport der Hemileiasporen aus der Nachbarschaft durch den Wind zu verhindern. Unkrautpflanzen, die denselben Parasiten tragen wie die Nutzpflanzen (z. B. *Cystopus*, Roste) werden entfernt, um die Infektion der Kulturen zu verhüten. Die Wirte der Äcidien werden von den Feldern

möglichst fern gehalten; kurz, alle diese Mafsnahmen zielen einzig darauf ab, die Kulturpflanzen vor einer Infektion zu schützen.

Trotz der grofsen Bedeutung, die alle diese genannten prophylaktischen Mafsnahmen besitzen, bleibt aber doch das Wichtigste die Kenntnis der Lebensgeschichte der Parasiten selbst. Jeder Pilz hat in seinem Entwicklungsgang gleichsam eine Achillesferse, an der er verwundbar ist. An dieser Stelle mufs mit Bekämpfungs- oder Vorbeugungsmafsregeln eingesetzt werden. Wissen wir zum Beispiel, zu welcher Jahreszeit ein Schädling seine Sporen keimen läfst, so sind wir auch imstande, die wenig widerstandsfähigen Pilzkeimlinge abzutöten. Ebenso hat jeder Parasit irgendeine Ruhepause in seiner Entwicklung, in der er meist nicht auf der lebenden Pflanze, sondern am Boden oder sonstwo sich aufhält; haben wir genaue Kenntnis davon, so vermögen wir ihn auch in den meisten Fällen zu vernichten. Zu alledem gehört aber die eindringlichste Kenntnis seines Lebensganges. Nun läfst sich gewifs nicht leugnen, dafs wir durch die Forschungen der letzten Dezennien unsere Kenntnisse aufserordentlich vertieft haben, so dafs jetzt im allgemeinen der Entwicklungsgang der Parasiten recht gut bekannt ist. Das gilt aber für die meisten nur insoweit, als sich das Studium im Laboratorium vornehmen läfst, von der Entwicklung in der freien Natur, von der eigentlichen Biologie, wissen wir noch herzlich wenig. Und gerade das ist der wichtige Punkt, wo in den meisten Fällen die Prophylaxe einsetzen kann. Darum mufs als wichtigste Forderung für zukünftige Forschungen aufgestellt werden, dafs der allgemeinen Biologie der Parasiten die eindringendste Aufmerksamkeit geschenkt wird. Das läfst sich nicht im Laboratorium allein, sondern nur auf Versuchsfeldern anstellen. In den Kreisen der Praxis, die es doch hauptsächlich angehen sollte, steht man derartigen Fragen der theoretischen Mykologie kühl gegenüber, ja man blickt mit einer gewissen Geringschätzung auf derartige Studien herab. Das ist ganz verfehlt, denn bei genauerer Betrachtung stellt sich der Unterschied zwischen Theorie und Praxis als anders heraus, als er gewöhnlich aufgefafst wird. Bis zum Überdrufs wird der Satz wiederholt, dafs nur derjenige ein Verständnis für die Aufgaben des praktischen Feld- oder Gartenbaues haben könnte, der darin aufgewachsen ist, und dafs ein Mykologe, der nur theoretische Studien am Brutschrank treibt, nicht befähigt sei, in Fragen der Praxis mitzureden. Wie verkehrt diese Ansicht ist, geht daraus hervor, dafs gerade die gröfsten Fortschritte im Erkennen und Bekämpfen der Pflanzenkrankheiten von Theoretikern gemacht wurden, und dafs im Gegensatz zu ihnen der Praktiker es war, der sich den neuen und wichtigsten Erkenntnissen am längsten sperrte. Man mufs sich aber klar machen, dafs die Ausarbeitung der Methoden für die Praxis eben nicht Sache des Gelehrten ist, ebensowenig wie es ein himmelweiter Schritt war von der künstlichen Darstellung des Indigos im Laboratorium zur fabrikmäfsigen Herstellung. Der Mykologe hat die Wege anzugeben, die für die Beseitigung von Schädigungen sich aus den theoretischen Studien ergeben haben; der Praktiker hat nichts weiter zu tun, als die Methoden für den Feldbetrieb auszugestalten. Dafs jede rein theoretische Untersuchung eines Parasiten, die zunächst gar nicht für die Bekämpfung zugeschnitten ist, am letzten Ende stets die Mittel und Wege zeigt, wie der Kampf aufzunehmen ist, dafür gibt es so zahlreiche Beispiele, dafs darauf kaum hingewiesen zu werden braucht. Die Bekämpfungs-

mafsregeln fallen als reife Frucht vom Baume der Erkenntnis der Praxis ganz von selbst in den Schofs. Daraus folgt aber mit zwingender Notwendigkeit, dafs es geradezu ein Verbrechen an der Wissenschaft ist, wenn bei wissenschaftlichen mykologischen Studien immer nur gefragt wird, ob etwas für die praktische Bekämpfung des Schädlings herauskommt. Ist die Untersuchung bis zum letzten Ende durchgeführt, so ergeben sich als letzte Konsequenz diese Mafsregeln ganz von selbst.

Aufser den vorstehend angedeuteten Mitteln zur Vorbeugung von parasitären Krankheiten wäre nun noch, nach Analogie der bei menschlichen Infektionskrankheiten angewandten Methodik, denkbar, dafs die Pflanzen direkt gegen den Schädling immunisiert werden. Es ist wohl kaum anzunehmen, dafs es eine „Serumimmunisation" der Pflanzen gibt, aber immerhin ist doch nicht von der Hand zu weisen, dafs wir vielleicht in gewissen Fällen imstande sein werden, die Pflanzen durch bestimmte Manipulationen immun zu machen. Angestellt sind solche Versuche bereits (vgl. S. 164), aber bisher mit geringem Erfolg. Es erscheint nicht ausgeschlossen, dafs wir durch das Studium der natürlichen Immunität, die manche Rassen gegen gewisse Krankheiten zeigen, dahinter kommen werden, worin dieser Schutz besteht. Darüber müssen die Untersuchungen der Zukunft Klarheit bringen, für die sich nach dieser Richtung hin ein weites Feld öffnet.

Nachträge.

Zu Seite 5. Th. Wulff bespricht einen wiesenschädigenden Myxomyceten, *Physarum cinereum* Pers. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. XVI, 202). Auf den Versuchsfeldern von Flahult in Schweden wurden grofse Strecken der kultivierten Gräser von den Plasmodien des Pilzes vollständig bedeckt und nahmen nach erfolgter Sporangienbildung eine grauweifse Farbe an. Nach Freiwerden der Sporen erscheinen die Halme und Blätter wie mit Rufs bedeckt. Wenn auch kein direkter Schaden angerichtet wurde, so wurde doch die assimilatorische Tätigkeit der Pflanze beeinträchtigt. Durch Aufstreuen von Salpeter läfst sich der Pilz im Plasmodiumzustand abtöten.

Zu Seite 24. Bei den Bakterienkrankheiten der Coniferen ist nachzutragen, dafs Cavara (Bull. Soc. Bot. Ital. 1898 S. 241) Auswüchse am Stamm und Zweigen von *Juniperus phoenicea* auf Bakterien zurückführt. Die jüngeren Auswüchse erscheinen als halbkuglige oder längliche Auftreibungen der inneren Gewebe durch die aufgesprungene Peridermschicht. Ihre Oberfläche ist glatt und hellgelb. Ältere Zustände zeigen ein eigenes Korkgewebe und aufgerissene Oberfläche. Sie wachsen bis auf Nufs- oder Apfelgröfse heran und besitzen tiefe Rillen auf der Aufsenseite. Aus jungen Auswüchsen wurden zwei Bakterienarten isoliert, von denen die eine Gelatine verflüssigt, die andere nicht. Schon Cavara hatte gelegentlich Perithecien von *Ceratostoma juniperinum* an diesen Anschwellungen gefunden, Baccarini (Nuov. Giorn. Bot. Ital. XI, 49) nimmt diesen Pilz als die alleinige Ursache an. Jedenfalls bedarf die Krankheit noch der Nachuntersuchung.

Zu Seite 42. Auf dem Feigenbaum wurde von Cavara (Atti Acc. Given. Catania 4 zw. XVIII) eine Bakteriose beobachtet, die sich durch rosarote Färbung des Stammes kundtat. Die Zweige zeigen braune Flecken und sterben zuletzt ab. In den weiten Holzgefäfsen findet man zahlreiche Bakterien, die von hier aus in die Parenchympartien des Holzes, die Milchsaftschläuche und ins Cambium eindringen. Die unverholzten Wände der Zellen werden aufgelöst. Das *Bacterium Fici* Cav. besitzt eine Gallerthülle, aber keine Cilien. Infektionsversuche gelangen nicht, so dafs die Ätiologie der Erkrankung noch zweifelhaft bleibt.

Zu Seite 53. Aufser den genannten Kohlbakteriosen hat Delacroix (Compt. rend. CXL, 1905, S. 1356) eine neue beobachtet, die, vom Grunde des Stengels beginnend, zuletzt die Endknospe zerstört und auf den Blättern oberseits blasse Flecken verursacht. Am meisten leidet der Blumenkohl. Bei trocknem Wetter können die Krankheitsherde durch Korkgewebe abgegrenzt werden, und es bilden sich auch Ad-

ventivknospen aus. Diese können aber niemals zu verkaufsfähiger Ware auswachsen. Isoliert wurde der *Bacillus brassicivorus* Delacr. Augenscheinlich wird durch den hohen Stickstoffgehalt des Bodens das Ausbrechen der Erkrankung befördert.

Zu Seite 66. Auf *Nerium Oleander* treten in Oberitalien bisweilen an den Zweigen, sowie auch an Blättern und Fruchtknoten Anschwellungen auf, die den Bakterienknoten der Oliven glichen. Der verursachende Bacillus gleicht morphologisch den der Olivenkrebsknoten vollständig (Peglion in Rendic. Accad. Lincei Roma XIV, 2, S. 462).

Zu Seite 82. Auf dem Tabak wurden in letzter Zeit mehrere Bakteriosen beobachtet. Delacroix (Compt. rend XVL, 1905, S 678) führte den weifsen Rost (rouille blanche) auf Bakterien zurück. Im Gegensatz zur Mosaikkrankheit, die auf den jüngeren Blättern auftritt, werden die älteren Blätter befallen, indem sie kleine, sich scharf abhebende Flecken in kleinerer Zahl bekommen. Die Flecken werden durch eine Korkschicht abgegrenzt, und die im kranken Gewebe befindlichen Bakterien vertrocknen dann mit der Fleckensubstanz. *Bacillus maculicola* Delacr. verflüssigt Gelatine und färbt Fleischbrühe schwach gelblich. Wenn man gesunde Tabakblätter mit Kulturen des Pilzes bespritzt, so entstehen die geschilderten Flecken. Die Krankheit läfst sich durch Aussetzen des Tabakbaues auf den verseuchten Feldern bekämpfen.

Zweifelhaft in ihrer Entstehung ist die als Anthracnose, Noir, Charbon oder Pourriture des Tabaks bekannte Krankheit, die an den Stengeln und Mittelrippen der Blätter auftritt und sich in gelbbraunen, später bläulich-schwarzen Flecken äufsert. Delacroix nimmt dafür als Ursache ebenfalls Bakterien an.

In Japan tritt auf Tabak eine Krankheit auf (Welkkrankheit oder Schwarzbeinigkeit), die sich ähnlich wie bei der durch *Bac. Solanacearum* hervorgerufenen Welkekrankheit der Tomaten äufsert. Die Pflanzen welken plötzlich, werden gelb, die Stengel schwärzen sich und schliefslich sterben auch die Wurzeln ab. Uyeda (Bull. Imp. Centr. Apric. Stat. Tokyo I 1905 S. 39) hat aus dem Safte den *Bacillus Nicotianae* Uyeda isoliert. Die Infektion erfolgt durch Wurzelhaare, Spaltöffnungen oder Wunden. Die Bakterien dringen zuerst in die Gefäfse ein und schwärzen sie, erst später werden die übrigen Gewebe davon ergriffen. Zuerst werden die parenchymatischen Teile des Stengels völlig desorganisiert, dann wird auch der Holzteil zerstört. Bemerkenswert ist, dafs gewisse Varietäten des Tabaks der Krankheit leichter zum Opfer fallen, während z. B. *Nicotiana rustica* ganz verschont bleibt. Wie bei allen Bakteriosen, so wird auch hier das Entstehen und die Ausbreitung der Krankheit durch Feuchtigkeit und hohe Temperatur begünstigt; auch die Stickstoffdüngung macht die Pflanze disponiert, Kalkdüngung dagegen nicht.

Zu Seite 84. Malkoff hat die Sesamumbakteriose weiter verfolgt (Centralbl. f. Bakt. u. Par. 2. Abt. XVI, 664) und zwei Bakterienarten isoliert. *Bacillus Sesami* sowohl wie *Pseudomonas Sesami* können unabhängig voneinander dieselben Krankheitserscheinungen hervorrufen. Zur Bekämpfung wird die Behandlung des Saatgutes mit 1 ‰ Formaldehyd empfohlen.

Zu Seite 85. Bei Turin hat Voglino (Ann. R. Acc. di Agric. di Torino XLVI, 1903) am Salat eine Bakteriose beobachtet, von der es nicht feststeht, ob sie mit der von Jones beschriebenen identisch ist. Die Pflanzen zeigten eine Erweichung der Blatt- und Stengel-

gewebe, die bei starkem Befall zu einer Braunfärbung und Vermoderung führte. Zwischen den Zellresten finden sich gelbliche Anhäufungen von *Bacillus Lactucae* Vogl. Wurden Reinkulturen gesunden Pflanzen eingeimpft, so erkrankten sie unter den typischen Krankheitserscheinungen. Die auf feuchtem, gutgedüngtem Boden stehenden Pflanzen litten unter der Krankheit mehr, namentlich hat auch hier die Stickstoffdüngung einen entschieden disponierenden Charakter.

Zu Seite 153. In Indien kommt durch *Sclerospora graminicola* eine Vergrünung von *Pennisetum typhoideum* zustande, über die BUTLER näheres veröffentlicht hat (Mem. of the Dep. of Agric. in India II n. I 1907).

Zu Seite 163. Bei den Publikationen über *Plasmopara cubensis* ist noch zu ergänzen LINHART: Pseudoperonospora cubensis auf Melonen und Gurken in Ztschr. f. Pflanzenkr. XVI, 1906, S. 321.

Zu Seite 182. Zu den Aspergillaceen gehört ein Pilz, den ZIMMERMANN (Bull. Inst. bot. Buitenzorg n. IV, 1890, S. 19) *Rostrella Coffeae* nennt und als Ursache eines Krebses der Kaffeebäume nachweist. Die Rinde der erkrankten Bäume bekommt braune Flecken, oberhalb deren die Blätter einzelner Zweige oder des ganzen Baumes vertrocknen. In den lang geschnäbelten Perithecien werden farblose, von einem Häutchen manschettenartig umgebene Sporen gebildet. Aufserdem werden kuglige, braune Chlamydosporen und lange Ketten farbloser Konidien erzeugt, die beide auskeimen und Mycelien bilden. Nicht blofs am Kaffee, sondern auch an den Schattenbäumen der Plantagen vermag sich der Pilz weiter zu entwickeln. Verf. empfiehlt, Verwundungen an den Bäumen möglichst zu vermeiden und befallene Exemplare zu verbrennen.

Zu Seite 190. Das Verbreitungsgebiet des Stachelbeermeltaues hat sich inzwischen weiter ausgedehnt. Von Rufsland ist er jetzt aus vielen, weit voneinander entfernt liegenden Gouvernements bekannt geworden, ferner ist er in Finnland, Norwegen und Schweden beobachtet. In Dänemark wurde er zuerst 1902 gefunden, aber wahrscheinlich ist er schon ein oder zwei Jahre früher aufgetreten. Für Deutschland hat ihn Aderhold in Posen 1904 nachgewiesen. Ein einmaliger Fund wird 1905 im Pinzgau erwähnt. Die anderen Länder Europas wurden bisher verschont, aber es steht fast zu erwarten, dafs der Schädling weiteres Terrain gewinnt. Man vergleiche die Arbeit von ERIKSSON in Ztschr. f. Pflanzenkr. XVI, 83 und die zahlreichen Veröffentlichungen SALMONS, unter anderem in Ztschr. f. Pflanzenkr. XVII, 12.

Zu Seite 240. Eine Nadelkrankheit der Tannen (*Abies pectinata*, *Nordmanniana*, *Pinsapo*, *cephalonica*) verursacht nach ROSTRUP (Tidsskr. f. Skovvaesen XVII. 1905, S. 37) *Mycosphaerella Abietis* (Rostr.). Im Frühjahr werden die Nadeln der jungen Jahressprosse braungelb und zuletzt schwarz; der ganze Sprofs oder seine Spitze wird abgetötet. Die Krankheit hat Ähnlichkeit mit den durch Nachtfröste hervorgerufenen Schäden und ist vielleicht bisher damit verwechselt worden. Der Schaden ist nicht allzugrofs, und ältere Bäume werden überhaupt nicht mehr angegriffen.

Zu Seite 273. Inzwischen sind über die Bruscakrankheit der Oliven weitere Untersuchungen veröffentlicht, aus denen hervorgeht, dafs *Stictis Panizzei* de Not. die Ursache ist. Vgl. darüber BRIZI in Bull. Uff. del Minist. d'Agric., Roma 1903 (cf. Ztschr. f. Pflanzenkr. XVI, 44), ferner CUBONI in Rendic. Acc. Lincei Roma 5 ser. XIV, 603)

und PETRI in Rendic. Acc. Linc. Roma 5 ser. XIV, 637, 730 (cfr. Ztschr. f. Pflanzenkr. XVII, 117).

Zu Seite 392. Auf Roggen in der Provinz Posen fand JUNGNER (Ztschr. f. Pflanzenkr. XVI, 131) die älteren Blätter mit einem schimmelähnlichen Mycel überzogen, das auch von da auf den Erdboden übergehen konnte. Am Rande der Blätter und der Blattscheiden wurden kleine Sklerotien ausgebildet, aus denen die *Psilocybe Henningsii* Jungn. erzogen werden konnte. Auch auf Weizen traten die Sklerotien gelegentlich auf. Auf den absterbenden Blättern fanden sich auch Konidien, von denen es zweifelhaft bleibt, ob sie zu dem Pilze gehören.

Zu Seite 404. *Coniothyrium Wernsdorffiae* Laubert erzeugt nach dem Autor eine Rosenkrankheit, bei der auf der grünen Rinde der Zweige Flecken auftreten, die oft gürtelförmig den Zweig umgeben und ihn zum Absterben bringen. Häufig entstehen auch krebsartige Wunden. KÖCK hat diese Beobachtungen in bezug auf die Schädlichkeit des Pilzes bestätigt (cfr. Ztschr. f. Pflanzenkr. XVII, 252).

Zu Seite 406. Als Urheber des weifsen Grindes der Limonenfrüchte hatten CAVARA und MOLLICA (Atti Acc. Gioenia Sci. nat. Catania 4 ser. XVII) eine Milbenart, Tenuipalpis cuneatus, angegeben. Dagegen fanden BRIOSI und FARNETI (Atti Ist. bot. Pavia 2 ser. X), dafs die Fruchtflecken von einer ganzen Anzahl von Pilzen bewohnt werden, unter denen *Rhynchodiplodia Citri* Br. et Farn. hervorgehoben zu werden verdient. An den Flecken lassen sich vier Mycelzonen unterscheiden, auf denen je eine charakteristische Fruchtform erscheint. Der Zusammenhang dieser verschiedenen Konidienformen mit der *Rhynchodiplodia* ist noch nicht klar, so dafs also die Ätiologie der Krankheit noch keineswegs ihre letzte Aufklärung gefunden hat, obwohl nicht zu leugnen ist, dafs die erfolgreicheu Überimpfungen des Mycels auf gesunde Früchte für die Meinung der Autoren sprechen.

Zu Seite 409. Über die Septoriakrankheit der Gartennelken hat VOGLINO (Staz. sperim. agrc. ital. XXXV, 1902, S. 17) ausführliche Untersuchungen veröffentlicht.

Zu Seite 410. *Septoria Lycopersici* scheint sich in den europäischen Tomatenkulturen auszubreiten, denn es liegen Mitteilungen von REH über das Auftreten des Pilzes bei Hamburg (Der prakt. Ratgeb. im Obst- und Gartenbau 1905 n. 21) und von GÜSSOW (briefl.) in England vor.

Zu Seite 415. Auf *Vanda coerulea* kommt in Orchideenzüchtereien bei Berlin das *Gloeosporium Beyrodtii* Klitz. vor.

Zu Seite 429. KLEBAHN (Ztschr. f. Pflanzenkr. XVII, 223) hat nachgewiesen, dafs *Marssonina Juglandis* zu *Gnomonia leptostyla* gehört.

Register.

I. Namen- und Sachverzeichnis.

II. Verzeichnis der Abbildungen.

